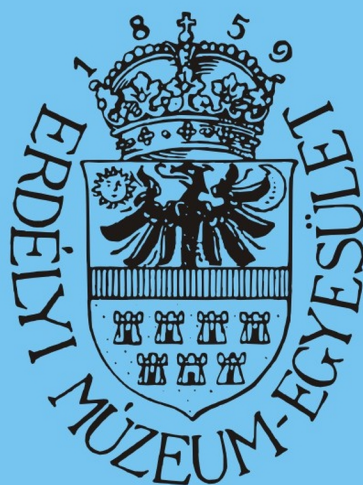


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



*FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA*

XII.



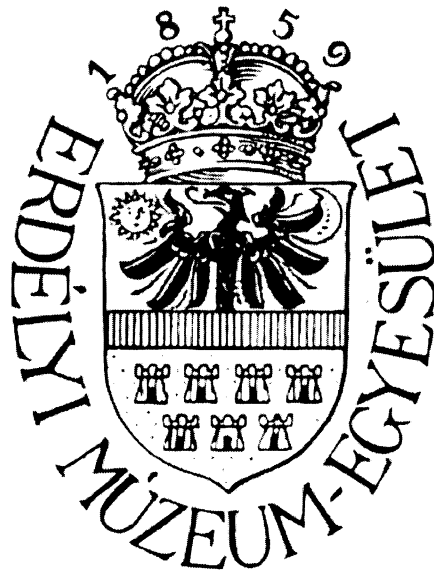
Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2007

XII. FMTÜ

NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



*Kolozsvár
2007. március 16–17.*

Tudományos bizottság*Elnök:**Dr. Gyenge Csaba**Titkár:**Dr. Bitay Enikő**Dr. Alpek Ferenc**Dr. Anna Béla**Dr. Branko Katalin**Dr. Csibi Vencel**Dr. Csizmadia Béla**Dr. Danyi József**Dr. Dávid László**Dr. Dudás Illés**Dr. Delesega Gyula**Dr. Gribovszki László**Dr. Hollanda Dénes**Dr. Kecskés Mihály**Dr. Kerekes László**Dr. Kodácsi János**Dr. Kolláth Lajos**Dr. Kovács Magda**Dr. Mester Gyula**Dr. Márton László**Dr. Molnár Károly**Dr. Orbán Ferenc**Dr. Oplatka Gábor**Dr. Pálfalvi Attila**Dr. Pinke Péter**Dr. Réger Mihály**Dr. Réti Tamás**Dr. Roósz András**Dr. Selinger Sándor**Dr. Tisza Miklós**Dr. Turchany Guy***ISBN 973 – 8231 – 67 – 1****978 – 973 – 8231 – 67 – 2**

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

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

Kiadó: **Erdélyi Múzeum-Egyesület**
Felelős kiadó: **Sipos Gábor**
Szerkesztő: **Bitay Enikő**
Műszaki szerkesztő: **Talpas János**

Kolozsvárt, 2007. március 15-én.

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Gyenge Csaba ELŐSZÓ.....	XI
1. Dr. Kodácsy János AZ OKTATÁS ÉS KUTATÁS ÖSSZHANGJA A MŰSZAKI FELSZŐOKTATÁSBAN, TÖREKVÉSEK A KECSKEMÉTI FŐISKOLA GAMF KARÁN.....	XIII
2. Dr. Márton László A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK HELYE AZ ELSŐ EZREDFORDULÓ TÁRSADALMÁBAN	XIX
3. Dr. Pokorádi László KOCKÁZATKEZELÉS A MAI REPÜLÉSBEN.....	XXV
4. Suplicz Sándor JÓ ÉS ROSSZ TANÁROK DIÁKSZEMMEL.....	XXIX
5. Ádámné Major Andrea, Dr. habil Belina Károly POLIMER KEVERÉKEK KÉSZÍTÉSÉNEK ÚJ MÓDSZERE.....	1
6. Dr. Bagyinszki Gyula, Dr. Bitay Enikő ANYAGTULAJDONSÁG- ÉS TECHNOLÓGIAI PARAMÉTER-MEGHATÁROZÓ MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE.....	5
7. Baki-Hari Zoltán-Gábor GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS AZ IPARBAN.....	11
8. Balázs Gergely György, Szentmiklóssy Balázs, Kerekes Sándor ULTRAKAPACITÁSOK TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA; MÉRT ÉS SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK.....	15
9. Baranyai Viktor Zsolt, Szűcs István TIMFÖLDKALCINÁLÓ FORGÓKEMENCE HŐENERGETIKAI VIZSGÁLATA.....	19
10. Barányi István, Székelyhidi Elek, Varga Péter NAGY NYOMÁSON ÉS MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN MŰKÖDŐ KÍSÉRLETI REAKTOR TERVEZÉSE.....	23

11. Barta István, Kovács Tünde, Borossay Béla ADOTT SZERKEZETŰ PRÓBATESTEK ELŐÁLLÍTÁSA.....	27
12. Dr. Bitay Enikő, Dr. Réti Tamás. 3D PERIODIKUS SEJTRENDSZEREK TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE.....	31
13. Bodnár Krisztina A HATÉKONYSÁG ÉS A TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA ABRAZÍV VÍZSUGARAS VÁGÁSKOR.....	49
14. Böjte György ELMÉLETI PROFILHIBA-MENTES CSIGAMARÓ MODELLJÉNEK MEGALKOTÁSA.....	53
15. Decsi Tamás, Dr. Dán András ÚJ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A NEMZETKÖZI METSZÉKÁRAMLÁS ELŐREJELZÉS TERÜLETÉN.....	57
16. Farkas Gabriella MŰSZAKI MŰANYAGOK ESZTERGÁLÁSAKOR NYERT FELÜLETEK MIKROGEOMETRIAI VIZSGÁLATA.....	61
17. Fazekas Gábor, Végyári Ferenc HULLADÉK CSÖKKENTÉSE ALUMÍNIUMLEMEZ POLIURETÁN PÁRNÁVAL TÖRTÉNŐ KIVÁGÁSÁNÁL.....	65
18. Fekete-Szücs Dániel A STEP ALKALMAZÁSA A GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁBAN.....	69
19. Felhő Csaba, Dr. Dudás Illés GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN.....	73
20. Fűzi Beatrix ÉLMÉNYEK ÉS REFLEXIÓK A TANÁRI MUNKÁBAN.....	77
21. Hodány Ákos NAGYFREKVENCIÁS OSZCILLÁTOR TERVEZÉSE ÉS OPTIMALIZÁLÁSA MINIMÁLIS FÁZISZAJRA.....	81
22. Horoszné Gulyás Margit VÍZKÉSZLET-GAZDÁLKODÁS VÉDETT TERÜLETEKEN.....	85
23. Horváth Richárd, Bíró Szabolcs EDZETT ACÉLOK ESZTERGÁLÁSA PCBN SZERSZÁMOKKAL.....	89
24. Horváth Zoltán MIKROHULLÁMÚ HÁLÓZATI ESZKÖZÖK ELEKTROMÁGNESES KOMPATIBILITÁS VIZSGÁLATA.....	93

25. Juhász Krisztina TITÁNBÓL KÉSZÜLT NYOMÁSTARTÓ EDÉNY HEGESZTÉSE.....	97
26. Kaulics Nikoletta, Dr. Marosné dr. Berkes Mária Si ₃ N ₄ KERÁMIÁK DINAMIKUS TÖRÉSI SZÍVÓSSÁGÁNAK SEBESSÉGFÜGGÉSE.....	101
27. Kavas László HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	105
28. Kecskés Bertalan HŐÁLLÓ ACÉLLEMEZEK FOLYÁSGÖRBÉJÉNEK FELVÉTELE.....	109
29. Kocsis Ákos, Szűcs András GÁT SZEREPÉNEK TANULMÁNYOZÁSA A FRÖCCSÖNTÖTT TERMÉK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAIRA.....	113
30. Kovács Attila, Dr. Varga Gyula A KÖRNYEZETTUDATOSSÁG MEGVALÓSULÁSA A FÉMFORGÁCSOLÁS- BAN KÜLÖNBÖZŐ HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉKOK ALKALMAZÁSÁVAL.....	117
31. Kovács Petra KISFESZÜLTSGŰ ÉS TÁVKÖZLÉSI HÁLÓZATOK KOORDINÁLT TÚLFESZÜLTSG-VÉDELME.....	121
32. Kovács Tünde, Solecki Levente, Barta István, Borossay Béla LOKÁLIS KOPÁS ÉS A SZÖVETSZERKEZET KAPCSOLATA KÜLÖNBÖZŐ SZERKEZETI ACÉLOK ESETÉN.....	125
33. Kupa András, Kovács Tünde, Torkos Zoltán ÖNTÖTTVAS FÉKTÁRCSÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA.....	133
34. Kuzsella László, Dr. Marosné dr. Berkes Mária, Koncsik Zsuzsanna Si ₃ N ₄ / C-NANOKOMPOZIT TRIBOLÓGIAI VIZSGÁLATA.....	137
35. Orbán György AZ ISZLÁM VÁROSRENDEZÉS SAJÁTÓSSÁGAINAK VIZSGÁLATA TÖRTÉNELMI ÉS KULTURÁLIS ÖSSZEFÜGGÉSEKBEN, URBANISZTIKAI SZEMPONTBÓL.....	141
36. Paróczai Csilla HOMOKBÁNYÁBAN KELETKEZŐ MEDDŐ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI....	145
37. Dr. Pinke Péter CMSX-3 JELÖLÉSŰ NIKKEL ALAPÚ ÖTVÖZET IRÁNYÍTOTT KRISTÁLYOSÍTÁSÁNAK TECHNOLÓGIÁJA.....	149
38. Dr. Réger Mihály, Kovács Tünde, Dr. Réti Tamás HŐTECHNIKAI FOLYAMATOK ELEMZÉSE LOKÁLIS KOPÁSVIZSGÁLATNÁL.....	153

39. Schavanner Norbert TÖMEGKÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK JELZŐLÁMPÁS CSOMÓPONTOKBAN TÖRTÉNŐ ELŐNYBEN RÉSZESÍTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA FORGALOM SZIMULÁCIÓ SEGÍTSÉGÉVEL.....	157
40. Sebestyén Anita, Nagyné Halász Erzsébet, Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő FELÜLETMÓDOSÍTÁSI ELJÁRÁSOK HATÁSA ACÉLOK KOPÁSÁLLÓSÁGÁRA.....	161
41. Svidró Péter KORSZERŰ LEVÁLASZTÓ ANYAGOK A NYOMÁSOS ÖNTÉSZETBEN.....	169
42. Szabados Gábor, Dr. Németh János, Prof. Dr. Cselényi József GONDOLATOK A LIFTTEL ÉS PALETTAKOCSIVAL KISZOLGÁLT AUTOMA- TIKUS PARKOLÓHÁZAK ÁGENS ALAPÚ IRÁNYÍTÁSI STRATÉGIÁIHOZ.....	173
43. Szentmiklóssy Balázs, Balázs Gergely György, Kerekes Sándor TROLIBUSZ FELSŐ-VEZETÉK NÉLKÜL.....	177
44. Dr. Szigeti Ferenc, Dr. Péter László, Százvai Attila KOPÁSVIZSGÁLATOK MINIMÁLKENÉS MELLETT VÉGZETT FURATMEGMUNKÁLÁSNÁL.....	181
45. Szűcs András MŰANYAGOK FOLYÓKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA FRÖCCSÖNTÉSI FOLYAMAT KÖZBEN.....	185
46. Torkos Zoltán IPARI CÉGEK ÉS KUTATÓ INTÉZETEK NEMZETKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉSE AZ EURÓPAI UNIÓ ÁLTAL TÁMOGATOTT KUTATÁS-FEJLESZTÉSI PROJEKTEKBEN.....	189
47. Török Árpád LINEÁRIS OPTIMALIZÁCIÓS ELJÁRÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE A VÁROSFEJLESZTÉSI FOLYAMATOKBAN.....	193
48. Udvarnagyi Eszter Dorottya A BIOGÁZ VILLAMOSENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK GAZDASÁGI ÉS TECHNOLÓGIAI KÉRDÉSEI.....	197
49. Varga Péter, Barányi István, Nagyné Halász Erzsébet NAGY NYOMÁSON ÉS MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN MŰKÖDŐ KÍSÉRLETI REAKTOR ANYAGVÁLASZTÁSA.....	201
50. Vokony István, Székely Ádám, Dr. Barbarics Tamás VILLAMOSENERGIA-RENDSZER STABILITÁS-VIZSGÁLATA KÖZVETLEN MÓDSZEREKKEL.....	205
SZERZŐK JEGYZÉKE.....	209

CONTENTS

Dr. Gyenge Csaba PREFACE.....	XI
1. Dr. Kodácsy János THE CO-ORDINATION OF THE EDUCATION AND THE RESEARCH WORK IN THE TECHNICAL HIGHER EDUCATION, THE ACTIVITIES AT THE KECSKEMÉT COLLEGE.....	XIII
2. Dr. Márton László THE PLACE OF THE THECNICAL SCIENCES IN SOCIETY OF THE TURN OF THE FIRST MILLENIUM.....	XIX
3. Dr. Pokorádi László RISK MANAGEMENT IN PRESENT-DAY AVIATION.....	XXV
4. Suplicz Sándor GOOD AND BAD TEACHERS FROM THE VIEW-POINT OF STUDENTS.....	XXIX
5. Ádámné Major Andrea, Dr. habil Belina Károly NEW METHOD OF THE PREPARATION OF POLYMER BLENDS.....	1
6. Dr. Bagyinszki Gyula, Dr. Bitay Enikő EVALUATION OF COMPUTERIZED METHODS USED FOR THE DETERMINATION OF MATERIALS PROPERTIES AND TECHNOLOGICAL PROCESSING PARAMETERS.....	5
7. Baki-Hari Zoltán-Gábor RAPID PROTOTYPING IN THE INDUSTRY.....	11
8. Balázs Gergely György, Szentmiklóssy Balázs, Kerekes Sándor EXAMINATION OF THE ULTRACAPACITORS' FEATURES; MEASURED AND SIMULATED RESULTS.....	15
9. Baranyai Viktor Zsolt, Szűcs István HEAT ENERGETIC RESEARCH OF ROTARY KILN FOR CALCINATION OF ALUMINA.....	19
10. Barányi István, Székelyhidi Elek, Varga Péter THE STRUCTURAL DESIGN OF A HIGH-TEMPERATURE AND HIGH-PRESSURE EXPERIMENTAL REACTOR VESSEL.....	23

11. Barta István, Kovács Tünde, Borossay Béla PREPARATION OF METALLOGRAFIC SAMPLES WITH PREDIFINED MICROSTRUCTURE.....	27
12. Dr. Bitay Enikő, Dr. Réti Tamás. TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 3D PERIODIC CELLULAR SYSTEMS.....	31
13. Bodnár Krisztina INVESTIGATION OF CONNECTION BETWEEN THE EFFICIENCY AND THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS AT ABRASIVE WATERJET CUTTING.....	49
14. Bőjte György MODELING OF WORM-HOB WITHOUT THEORETICAL PROFILE ERROR.....	53
15. Decsi Tamás, Dr. Dán András NEW FORCAST ALGORITHMS FOR PREDICTION OF THE INTERNATIONAL INTERSECTION' POWER-FLOWS.....	57
16. Farkas Gabriella MICROGEOMETRICAL STUDY OF TURNED SURFACES OF ENGINEERING PLASTICS.....	61
17. Fazekas Gábor, Végvári Ferenc METHOD FOR DECREASING THE AMOUNT OF SCRAP BY USING POLIURETHANE PAD FOR BLANKING OF ALUMINIUM SHEETS.....	65
18. Fekete-Szücs Dániel USING STEP IN MECHANICAL TECHNOLOGY.....	69
19. Felhő Csaba, Dr. Dudás Illés RAPID PROTOTYPING IN MEDICINE.....	73
20. Fűzi Beatrix EXPERIENCES AND REFLECTIONS OF THE TEACHER PROFESSION.....	77
21. Hodány Ákos DESIGN AND OPTIMIZATION OF HIGH FREQUENCY OSCILLATORS.....	81
22. Horoszné Gulyás Margit WATER RESOURCES MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS.....	85
23. Horváth Richárd, Bíró Szabolcs TURNING OF HARDENED STEEL WITH PCBN TOOL.....	89
24. Horváth Zoltán ELECTROMAGNETIC COMPATIBILIY MEASUREMENTS FOR MICROWAVE NETWORK DEVICES.....	93

25. Juhász Krisztina	
WELDING OF THE PRESSURE VESSELS FROM TITANIUM.....	97
26. Kaulics Nikoletta, Dr. Marosné dr. Berkes Mária	
RATE-DEPENDENCE OF DYNAMIC FRACTURE TOUGHNESS OF Si ₃ N ₄ CERAMICS.....	101
27. Kavas László	
POSSIBILITY OF THE COMPARISON OF TACTICAL AIRCRAFT.....	105
28. Kecskés Bertalan	
DETERMINATION OF THE TRUE STRESS-STRAIN CURVES OF HEAT.....	109
29. Kocsis Ákos, Szűcs András	
STUDYING OF THE EFFECT OF THE GATE ON THE INJECTION MOULDED PARTS.....	113
30. Kovács Attila, Dr. Varga Gyula	
THE MATERIALIZATION OF THE ENVIRONMENTALLY CONSCIOUSNESS WHILE METAL CUTTING WITH THE APPLICATION OF DIFFERENT CUTTING OILS.....	117
31. Kovács Petra	
OVERVOLTAGE PROTECTION OF LOW VOLTAGE AND TELECOMMUNICATION NETWORKS.....	121
32. Kovács Tünde, Solecki Levente, Barta István, Borossay Béla	
THE EFFECT OF MICROSTRUCTURE ON THE LOCAL WEAR BEHAVIOUR OF DIFFERENT STEELS.....	125
33. Kupi András, Kovács Tünde, Torkos Zoltán	
COMPARISON OF THE WEARING BEHAVIOR OF THE DIFFERENT CAST IRON BRAKE DICK.....	133
34. Kuzsella László, Dr. Marosné dr. Berkes Mária, Koncsik Zsuzsanna	
TRIBOLOGICAL EXAMINATION OF Si ₃ N ₄ / C - NANOCOMPOSITE.....	137
35. Orbán György	
STUDY OF THE PARTICULARITIES OF ISLAMIC CITIES IN CULTURAL- HISTORICAL CONTEXT FROM URBANISTIC VIEWPOINT.....	141
36. Paróczai Csilla	
THE APPLICATION OF THE WASTE WHICH STEM FROM SILICA SANDMINE.....	145
37. Dr. Pinke Péter	
THE DIRECTIONAL SOLIDIFICATION TECHNOLOGY OF NICKEL BASED CMSX-3 SUPERALLOY.....	149

38. Dr. Réger Mihály, Kovács Tünde, Dr. Réti Tamás HEAT TRANSFER ANALYSIS IN CASE OF LOCAL WEAR TEST.....	153
39. Schavanner Norbert BUS PRORITY IN TRAFFIC LIGHT CONTROLLED INTERSECTIONS.....	157
40. Sebestyén Anita, Nagyné Halász Erzsébet, Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő THE SURFACE MODIFICATION TECHNOLOGIES EFFECT FOR THE WEAR RESISTANCE OF STEELS.....	161
41. Svidró Péter UP-TO-DATE PARTING AGENTS IN HIGH PRESSURE DIE CASTING.....	169
42. Szabados Gábor, Dr. Németh János, Prof. Dr. Cselényi József AGENT BASED CONTROL STRATEGIES OF AUTOMATED CAR PARK SYSTEMS SERVED BY LIFT AND PALETTENCAR.....	173
43. Szentmiklóssy Balázs, Balázs Gergely György, Kerekes Sándor TROLLEY WITHOUT OVERHEAD LINE.....	177
44. Dr. Szigeti Ferenc, Dr. Péter László, Százvai Attila EXAMINATION OF WEARING WHEN DRILLING HOLES WITH MINIMAL LUBRICATION.....	181
45. Szűcs András MEASURING OF FLOW PROPERTIES OF POLYMERS DURING INJECTION MOULDING.....	185
46. Torkos Zoltán INTERNATIONAL COLLABORATION BETWEEN INDUSTRIAL COMPANIES AND RESEARCH INSTITUTES IN RESEARCH & DEVELOPMENT PROJECTS SUPPORTED BY EUROPEAN UNION.....	189
47. Török Árpád APPLICATION POSSIBILITIES OF LINEAR OPTIMIZATION IN URBAN TRANSPORTATION.....	193
48. Udvarnagyi Eszter Dorottya THE TECHNICAL AND ECONOMICAL ASPECTS OF THE POWER GENERATION FROM BIOGAS.....	197
49. Varga Péter, Barányi István, Nagyné Halász Erzsébet THE MATERIAL SELECTION OF A HIGH-TEMPERATURE AND HIGH- PRESSURE EXPERIMENTAL REACTOR VESSEL.....	201
50. Vokony István, Székely Ádám, Dr. Barbarics Tamás DIRECT METHODS FOR POWER SYSTEM TRANSIENT STABILITY ASSESSMENT.....	205
LIST OF AUTHORS.....	209

ELŐSZÓ

Örömmel mondhatjuk, hogy a 12. Fialat Műszakiak Tudományos Ülészakát már az Európai Unióban tartjuk meg, egy nappal nemzeti ünnepünk után. Elnézést kérünk azoktól akik már e nagy ünnepi napon útnak indultak azért, hogy részt vehessenek rendezvényünkön, de ez az időponti bonyodalom a microCAD konferencia márciusra való átütemezése miatt keletkezett.

A szervező és tudományos bizottság nevében örömmel és szakmai elégtétellel nyugtázom, hogy ebben az elége viharos helyzetben is sikerült megrendezni ezt a konferenciát és megjelentetni ezt az 50 tudományos dolgozatot összefoglaló kiadványt.

Mivel a 21. században a technikai, informatikai kutatások mind nagyobb teret foglalnak el úgy az országok, mint az Európai Unió tudományos programjaiban, konferenciasorozatunk kellőképpen beintegrálódik ezekbe az irányzatokba és reméljük, hogy az újonnan alakult Kolozsvári Akadémiai Bizottság programjában is megfelelő helyet és támogatást fognak kapni a természettudományi és műszaki kutatások, ezek révén a fiatal kutatóink is.

A kötetben szereplő tudományos dolgozatok a gépészet széles területein, mind az alkalmazott informatika, anyagtudományok, és villamosságtan szakterületein értékes és korszerű kutatások eredményeit ismertetik.

Az 57 jelentkező között van pozsonyi, erdélyi valamint magyarországi fiatal kutató, (doktorandus, diploma tervező, egyetemi hallgatók és ipari kutató).

Sajnáljuk, hogy a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem marosvásárhelyi Műszaki Tudományok Karáról csak egy jelentkező van. Reméljük a jövőben ismét nagyobb számban fognak jelentkezni a EMTE hallgatói és fiatal munkatársai.

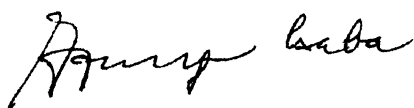
Áttanulmányozva a kiadványban közölt tudományos dolgozatokat és meghallgatva ezek bemutatását valamint kiértékelését, megfelelő betekintést nyerhetünk a partner egyetemek és

ezen tanszékeinek kutatási irányzataiba és eredményeibe. Ugyanakkor bízom abban hogy a konferencia megfelelő keretet fog biztosítani a tudományos együttműködések továbbfejlesztéséhez is, úgy a nemzeti mind az európai programok keretében.

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

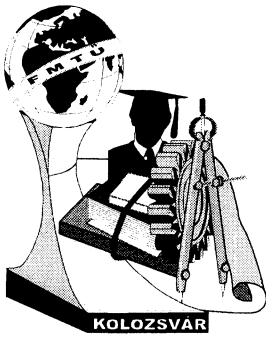
Szeretném megköszönni valamennyi szerző hozzájárulását a kiadvány létrejöttéhez, valamint a lelkes és kitartó szerkesztőbizottságnak az értékes munkáját.

Az FMTÜ Tudományos Bizottságának elnöke



Dr. Gyenge Csaba
Az MTA külső tagja

Kolozsvár 2006 március 5



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

AZ OKTATÁS ÉS KUTATÁS ÖSSZHANGJA A MŰSZAKI FELSŐOKTATÁSBAN, TÖREKVÉSEK A KECSKEMÉTI FŐISKOLA GAMF KARÁN

Dr. Kodácsy János

Abstract

The co-ordination of the education and the research work – is a very important task in the technical higher education. The Department of Manufacturing Engineering at the Faculty of GAMF (Kecskemét College) makes every effort to bring these two fields in harmony. The paper demonstrates some results of the R+D activity of the Department, which were introduced into the curriculum of studies too.

Összefoglalás

Az oktatás és a kutatás összhangjának megteremtése a műszaki felsőoktatás kiemelt fontos feladata. Az összhang megteremtésére és erősítésére törekszik a Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Gépgyártástechnológiai Szakcsoportja is. A közlemény a szakcsoport néhány, az oktatásba is bevezetett K+F eredményét mutatja be.

Mágnesezéssel segített megmunkálás (MAM)

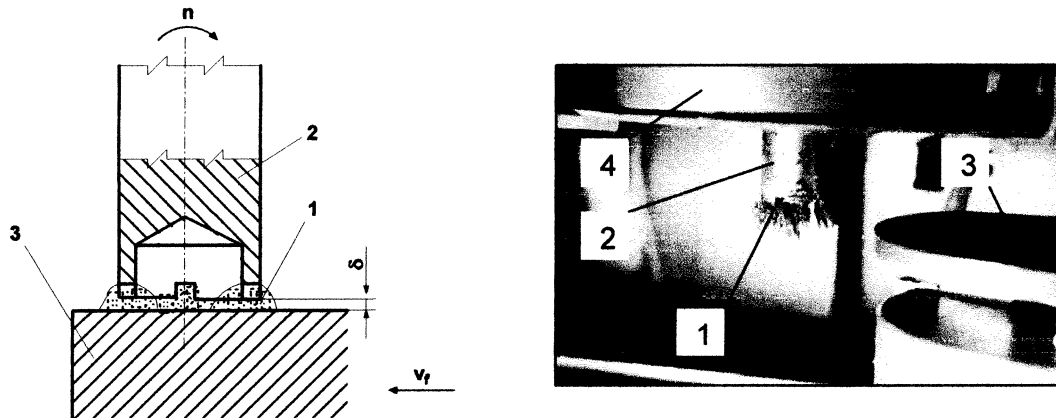
A mágnesezéssel segített megmunkálás jellemzője, hogy a megmunkáláshoz szükséges erőt a munkatérben létesített, sok esetben szabályozható nagyságú mágneses térerő biztosítja úgy, hogy vagy a szerszámot, vagy a munkadarabot rögzíti rugalmasan. A mágneses térerő így felhasználható pl. a polírozási, a koptató-csiszolási és a felülethengerlési technológiákhoz, egyszerűsíti és hatékonyabbá teszi azokat [1].

Kutatásokat a következő területeken végeztünk:

- kemény felületek mágneses polírozása,
- lágyabb ($HB < 200 \text{ N/mm}^2$) munkadarabok mágneses felülethengerlése,
- forgácsolt vagy kivágással készült alkatrészek mágneses koptató csiszolása.

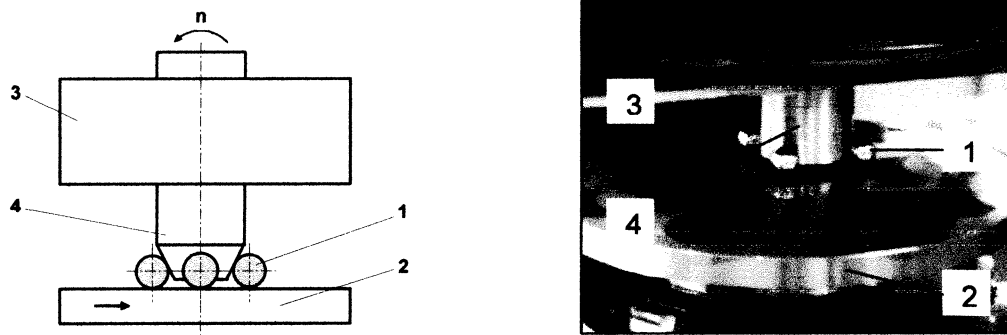
Hengeres felületek esztergán, sík és általános térbeli felületek marógépen vagy megmunkáló központban polírozhatók. Az a tapasztalat, hogy a keményebb (bevonatolt, edzett) felületeken jobb

eredmények érhetőek el. A mágnesezhető csiszolószemcsék a kiinduló érdességet ($R_a < 1\mu\text{m}$) egy munkamenetben akár tizedére is lecsökkenthetik (1. ábra).

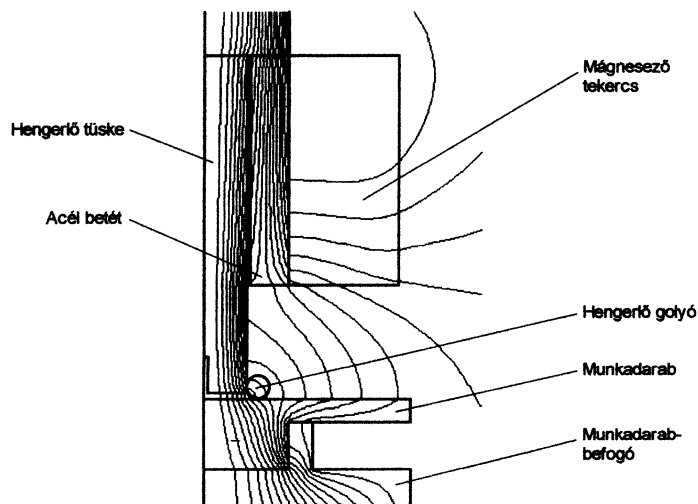


1. ábra. Síkfelület mágneses polírozása
 1 mágnesezhető szemcsék, 2 túske, 3 munkadarab, 4 mágnesező tekerecs

A MA felülethengerlés főleg lágyabb, ferromágneses anyagokon hatásos. Itt a szerszám edzett, bevonatolt acélgolyó, amelyet a speciálisan létrehozott, egyen mágneses tér szorít a munkadarab felületére, és legördíti azon. Az eljárással az érdesség ötödére is csökkenthető, miközben a felületi réteg felkeményedik (2. és 3. ábra).

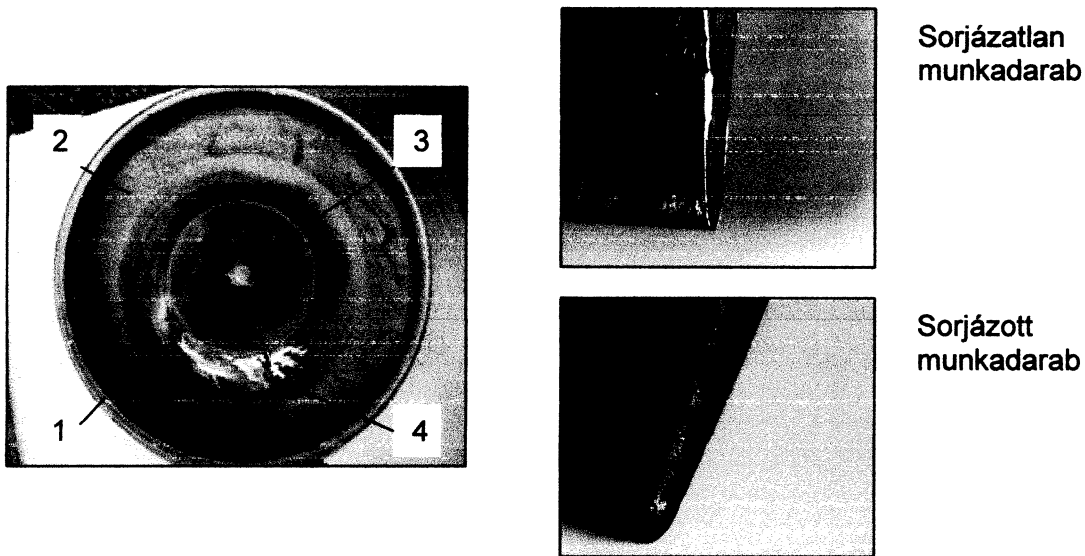


2. ábra. Síkfelület mágneses felülethengerlése
 1 hengerlő golyó, 2 munkadarab, 3 mágnesező tekerecs, 4 túske



3. ábra. FEM-el meghatározott indukcióvonalak ferromágneses anyagok hengerlésekor

Az MA koptató csiszolás mágnesezhető és nem mágnesezhető finommechanikai alkatrészek sorjázására, polírozására egyaránt használható. Az eljárással a hagyományos, dobos koptató csiszoláshoz képest öt-tízszeresére növelhető a termelékenység (4. ábra).



4. ábra. Mágneses koptató csiszolás
1 tartály, 2 abrazív szemcse, 3 mágneses forgótárcsa, 4 munkadarab

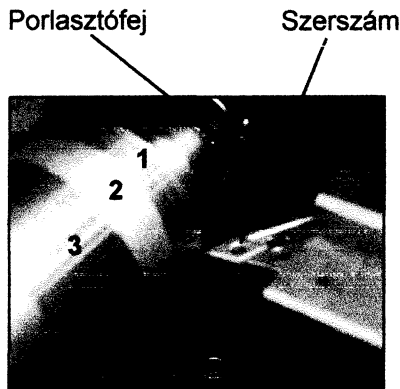
Finomfelületi megmunkálás minimálkenéssel és szárazmegmunkálással

A forgácsolással készülő alkatrészek gyártásakor a hűtő-kenő anyagok használata ma még legtöbbször nélkülözhetetlen. Elsődleges feladatuk a gyors hőelvezetés és a súrlódás csökkentése, de emellett fontos a munkatér tisztítása, a forgácseltávolítás elősegítése, a korrózióvédelem. Alkalmazásukkor azonban gondot kell fordítani az egészségügyi, a gazdaságossági és a környezetvédelmi szempontokra is. Ezekre kínál megoldást a minimálkenés vagy a hűtő-kenő anyag nélküli szárazmegmunkálás.

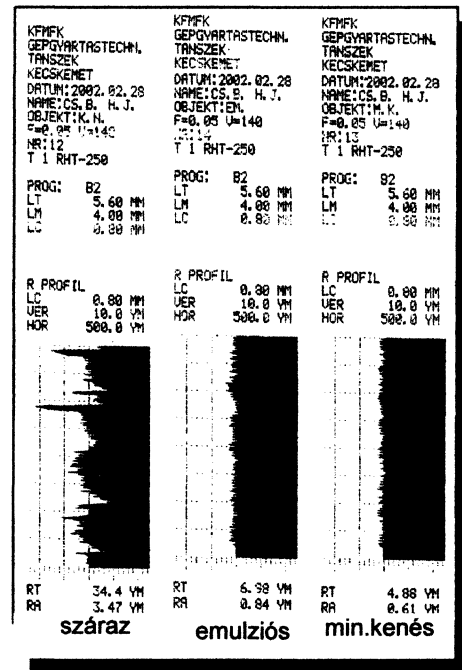
A minimálkenést az jellemzi, hogy a kenőanyag célzottan és szabályozottan, kis mennyiségben jut el a megmunkálási zónába. Szárazmegmunkáláson a hűtő-kenő anyag nélküli megmunkálást értjük, de pl. a léghűtés különböző formái is ide tartoznak.

Szakcsoportunk rendelkezik a minimálkenéshez és a szárazmegmunkáláshoz alkalmas szerszámokkal és berendezésekkel. KO36 jelű, ausztenites korrózióálló acélon végeztünk esztergálási kísérleteket, külső minimálkenéssel (5. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a légporkasztásos eljárás a kis előtolástartományban csökkenti a felületi érdességet (6. ábra), de a forgácsoló erőt nem befolyásolja lényegesen. A kenőanyag-fogyasztás a hagyományos 10 l/min-hoz képest 30 ml/h, aminek következtében közelítőleg 3...4-szeres költségmegtakarítással számolhatunk [2].

Szerszámélezéskor kipróbáltuk az örvénycsöves, hideglevegős hűtést (7. ábra). Sikert a munkadarab felületének hőmérsékletét 25...30%-kal csökkenteni, ami sok esetben a szerszámél leégésének elkerülését jelentheti.



5. ábra. Külső minimálkenés
1 emulzióval, 2 szárazon, 3 minimálkenéssel



6. ábra. A felületi érdesség alakulása



7. ábra. Hideglevegős hűtés

Reverse Engineering (RE)

A Reverse Engineering szókapcsolat pontos fordításban „fordított mérnöki tevékenység”-et jelent. Ez alatt azt a mérnöki folyamatot értjük, amelynek során egy fizikailag már létező tárgy (alkatrész, szobor, stb.) számítógépes CAD-geometriáját hozzuk létre, és ezt követően CAM szoftverrel, egy CNC szerszámgépen reprodukáljuk azt [2]. Alkalmazásának szükségességét az indokolja, hogy az

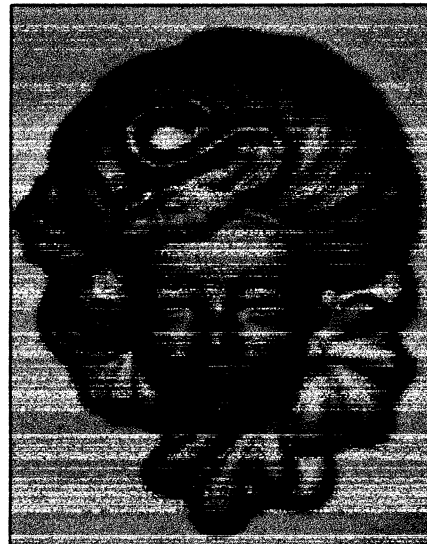
analitikus (henger, kúp, gömb, stb.) felületekkel le nem írható alakzatok geometriájának reprodukálása, definiálása – különösen a szerszámgyártásban – egyre többször előforduló feladat.

A RE a következő lépésekre tagolható: szkennelés (a pontfelhő létrehozása); burkolás; a megmunkálási stratégia kiválasztása, szerszám pálya generálás; a szerszám pálya szimulációja; CNC megmunkálás.

Kísérleteink során a szkennelést egy MITUTOYO gyártmányú, háromkoordinátás mérőgéppel oldottuk meg. A pontfelhőt a DELCAM cég CopyCAD szoftverébe importálva lehetőség nyílik az esetleges durva mérési hibák korrigálására, finomításra, majd a pontokra illesztett háromszögmodell vagy felületmodell létrehozására (8.ábra). A PowerMill szoftverbe bevitt adatokkal – posztprocesszálas után – sor került a CNC megmunkálásra (9. ábra). Megvizsgáltuk a felület- és a háromszögmodellel létrehozott felületek hullámosságát és érdességét, és azt tapasztaltuk, hogy a maszkhoz hasonló felületek reprodukálásakor a háromszög- és a felületmodell használata közel azonos eredményt ad.



8. ábra. Háromszögháló a beszkennelt pontokon



9. ábra. Az elkészült reprodukció

Irodalom

[1] János Kodácsy : Apparatus for cleaning, deburring and polishing parts in magnetic field. 7th International Conference on Deburring and Surface Finishing, UC Berkeley (USA), 2004. pp.: 351-354.

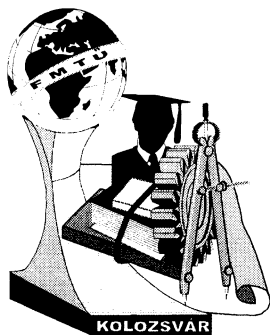
[2] Kodácsy, J., Szabo, A.: Analysis of the effects of minimal lubrication (MQL) in metal cutting. Annals of DAAAM for 2004 & Proceeding of the 15th International DAAAM Symposium, ISSN 1726-9679, 2004. Wien (A). pp. 217-218.

[3] Dr. Kodácsy J., Pintér Zs., Pokriva P.: The Quality of Surfaces Produced via Reverse Engineering. microCAD 2003, Miskolc ME, 2003. pp.: 95-103.

Dr. Kodácsy János PhD., mb. intézetvezető

Kecskeméti Főiskola GAMF Kar, Kecskemét Izsáki út 10, H-6000

E-mail: kodacsy.janos@gamf.kefo.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK HELYE AZ ELSŐ EZREDFORDULÓ TÁRSADALMÁBAN

Dr. Márton László

Összefoglalás

A dolgozat az első ezredforduló kezdő évszázadainak tudományosságát és ezen belül a műszaki tudományok kialakulását elemzi. Az egyházi rendek úttörő szerepének bemutatása a tudomány és a mesterségek kialakításában, fejlesztésében és terjesztésében jelentős helyet foglal el a dolgozatban. Az első, misztikumok nélküli, mesterségeket és gyártási recepteket tartalmazó, a *Schedula Diversorum Artium* című X-XI. században íródott könyv bemutatása alátámasztja a kor műszaki színvonalát. A nyugat-európai és bizánci hatásoknak, majd a százok Erdélybe való telepítésének következtében indul sajátos útján az erdélyi műszaki fejlődés.

1. Bevezetés

Az ezredforduló alkalmából de azután is, számos visszatekintő elemzés, értékelés hangzott el az eltelt századok eredményeiről, mulasztásairól, emberirtó és gyógyító törekvéseiről. Bíráló, dicsérő és nosztalgias gondolatok elevenítik fel az emberiség második ezeréves vívódásait, a földrajzi felfedezéseket, a reneszánsz művészetét, a világháborúkat, a társadalmi átalakulásokat, a műszaki fejlődéssel kapcsolatos csúcsteljesítményeket.

Az eltelt ezer esztendő, a második évezred leglátványosabb eredményei kétségen kívül a tudományhoz és a műszaki fejlődéshez kapcsolódnak.

Most egy pár gondolattal az első ezredforduló kezdő évszázadaiba, a kezdeti középkor tudományosságába tekintünk be, abba a korba, amelyet számtalan tanulmány megörökít, de műszaki - tudományos képét kevésbé ismeri a hazai magyar olvasó. Elsősorban a tudománytörténeti írások hozzáférhetősége e kor megismerésének legfőbb akadálya, de azt is hozzá kell fűznünk, hogy a középkor meghatározásában alig találunk olyan hivatkozást, amely e korban született, jelentős tudományos, vagy műszaki vívmányhoz, kiemelkedő alkotáshoz kapcsolódna.

Az első évezred végéig Európa az erdők világa volt. A népesedés növekedése szükségessé tette új mezőgazdasági területek meghódítását, nagyméretű erdőirtás és a mocsaras területek lecsapolása által, és ennek következtében Európa új arculatot ölt, polarizálódik kézműipara, kereskedelme. A Balti és Északi-tenger partján benépesedett övezetek új kereskedelmi zónát jelentettek akkor, amikor a megszokott kereskedelmi útvonalak Brüggettől Novgorodig behálózták egész Európát. A nyugati végpon-

tok körül a textilipar, malomipar sarjait találjuk, a másik végpontok körül pedig Skandinávia és az orosz tájak kínálják nyersanyagaik bő választékát. A Kereskedelmi és természetesen az ipari polarizáció a flandriai, angliai és itáliai áruk, posztó, fonalak, fémárak keletre szállításában, valamint a skandináviai fa, kátrány szurok, a svédországi vas, réz, nyugati piacokon való értékesítésében körvonalazódik.

2. Az első ipari forradalom évszázadai

A középkorban a technika fejlődése igen lassú volt. A kereskedő tőke uralma idején a munka mechanizálása nem volt cél. Nem törekedtek a munkatermelékenység növelésére. Társadalmi háttere lehetett ennek, ugyanis a városlakók megvetették, lenézték, sőt üldözték azt, aki ipari vállalkozásba kezdett. Ezért a kézműveseket a fejlesztés-fejlődés helyett hosszú távú biztonságuk lehetősége foglalkoztatta. Persze mindez csak rövid távon érvényesülhetett, mert a nagy katedrálisok és templomok építésénél újra megjelennek a görögök és rómaiak által használt szerszámok, egyszerű gépek. Újra virágzásnak indul a vízenergia felhasználása. A középkor embere újra felfedezi a vízenergia hasznát, azt, amit a rómaiak már pár száz évvel korábban tőkélyre emeltek.

A XI. században Angliában több mint ötezer vízimalom működik, Franciaország egyetlen megyéjében pedig kétszáz malom őröl. Felhasználják a vízenergiát törésre, zúzásra, fűrészelésre, ványolásra, vízszivattyúk hajtására, majd később kohók fűjtására is. Az olcsó víziszállítás adta lehetőség mellett a szárazföldi szállítás is fejlődésnek indul. A patkókészítés és a patkolás erre az időre tehető. Ebben az időben például Flandria Európa legfejlettebb ipari övezeteként ismert. Európa nagyvárosaiban a népesség olyannyira megnőtt, hogy nem ritka a 40-50 ezer lakosú város.

Amint említettük, igaz hogy nem volt cél a munka mechanizálása de az egyre sürgetőbb tömegtermelés, a tömeges fogyasztás szükségessé tette a termelékenység növelését. A szövőszék, a rokka, a lábbal hajtható eszterga mind ennek az igénynek konkrétumai. Érdekes megjegyezni, hogy ebben a korban jelennek meg a mechanikus órák, igazi forradalmasítói a technikának, mondhatni csúcsteljesítményei a koraközépkornak. Így kezd újjáéledni Európa a görög tudományok V. századi hanyatlása után több éves sztatikus állapotából. Ekkor a tudományt különködésnek, a tudományos vívmányokat mint a különködések eredményeit játéknak tartja az általános szemlélet. Bár létezett számos ismert találmány, újszerű mechanikai szerkezet, ezek készítőjük kezűességét, agyafúrtságát, nem technológiai, vagy tudományos felkészültségét tükrözik.

Ez az állapot az ezredforduló utáni első és második században új arculatot ölt. Robbanásszerű fejlődésnek indul a vízenergia hasznosítása. Európa földrajzi adottságai, a több száz kicsi folyóval új lehetőségeket kínál a vízimechanizmusok elterjedésének, a vízenergia meghatározójává válik az ipar és a társadalom fejlődésének. A malmok őröltek éjjel-nappal, a városi és falusi lakosság fő találkozó helye a malom lett. Itt sorban álltak gabonájukkal, megtárgyalták vidékük minden eseményét. Az ügyeskedő bohócok, az örömlányok szórakoztatták a várakozó tömeget. Folyt az élet a malmok körül olyannyira, hogy a XII. században az egyház felháborodásában a malmok körül zajló „társadalmi élet” hallatán a

malmok bezárásával fenyegetőzött. Vajon milyen következményei lettek volna egy ilyen intézkedésnek, mi lett volna, ha a malmok adta műszaki fejlődés lehetősége zsákutcába torkollik?

A kezdeti középkor műszaki színvonalának másik, jelentős jellegzetessége a nagy katedrálisok és ezek építőtelepei voltak. Ezek valósággal maguk köré vonzották távoli vidékek mesterembereit, művészeit, tudósait. Mivel az építkezések évekig tartottak, természetes, hogy körülöttük jelennek meg a mesterségek és művészetek központjai. Jelképes erre a korra például, hogy Franciaországban 1180 és 1270 között nyolcvan katedrális épült. Ebből arra következtethetünk, hogy a XI-XII. században már társadalmi igény és pénz is volt templomok építésére. A templomok és katedrálisok nemcsak a szerzetes rendek megalakulásának és kirajzásának központjai, hanem a szerzetes rendek fejlődésével párhuzamosan, a renden belüli tudományos és művészi munka is gyökeret vert, ezáltal a vallási központok Európa jelentős tudományos és művészeti központjaiként is ismertekké váltak. Egyes rendek valóságos szellemi hatalomra tesznek szert a korszak műveltsége szinte teljes egészében a katolikus papság tulajdonát képezte. Ez azzal magyarázható, hogy a szerzetesrendek a szemlélődő életmódot (*vita contemplativa*) sikeresen összekapcsolták, sőt, ötvözték a cselekvő életmóddal (*vita activa*). Példa erre a bencés rend, amely egyaránt szabályzatába foglalja a könyvek olvasását és a fizikai munka végzését. Egy ilyen intézkedés korszakalkotóvá vált, hiszen a tudományok és ezen belül a műszaki tudományok, mesterségek fejlesztése kötelező státust nyer.

Akkor, amikor egy rendi szabályzat a fizikai munkát a szellemi, kontemplatív tevékenységgel egyenértékűvé, sőt kötelezővé teszi az általános értékrend skálája változik meg lényegében, és ezáltal a tudományok, a technika, a technológia fejlődésének egyik fő mozgatójává válik. Ezt tekintjük a fizikai munka megbecsülésének kezdeteként.

A hét szabad művészettel, azaz a grammatikával, retorikával, dialektikával, aritmetikával, geometriával, csillagászattal és zenével egyenrangú besorolást nyer a takácsmesterség, kovácsmesterség, az építőművészet, a hajózás, a földművelés. A vadászat, a színjátszás és a gyógyítás, művelői rangot, megbecsülést nyernek. Ezek a tudományok egyre közelebb kerülnek a természettudományokhoz, még akkor is, ha ez az első ezredforduló korában nem teljesen nyilvánvaló, ugyanis az igazi természet-tudományos világnézet általánosításáig évszázadoknak kellett eltelniük.

A XIII. században két vezető rend, a bencések és a domonkosok tagjai között már Európa-hírű tudósokat ismer a tudománytörténet. A teljességre való törekvés nélkül sem hagyhatjuk szó nélkül a domonkosok nagyjai közül Albertus Mayust, Aquinói Tamást, vagy a ferences Grossetestet és Roger Bacont, a megismerés úttörőit. Nekik köszönhető a középkor universitásainak létrehozása, ahol a kötelező tantárgyak mellett fakultatív tantárgyként Arisztotelész fizikáját is tanulmányozták a hallgatók.

3. Az első műszaki jellegű kiadvány

A fentiekben vázolt tudományos és műszaki légkörben írja meg kora műszaki tudományának tükrét egy máig tisztázatlan kilétű szerzetes. A *Schedula Diversorum Artium*, Theophilus Prersbiter műve, abban a korban született, amikor megindul a technikai fejlődés, kezdetét veszi egy oktatási rendszer,

egymásra találnak elmélet és a gyakorlat, kibontakozásnak indul bizonyos elméleti tudományok iránti érdeklődés.

Ha a kor szellemi és tudományos színvonalát vesszük alapul, megállapíthatjuk, hogy a Schedula a kezdeti középkor legjelentősebb műszaki-irodalmi alkotása. Igaz ugyan, hogy már Kr.e. a VII. Században készített agyagtáblák festékgyártási eljárásokat és az üveg olvasztásának módszerét is tartalmazták, és ismeretes volt az üvegyártás Assziriában is. Az asszír agyagtáblák már Kr.e. a XVI. Században leírják ezt a technológiát. A görögök is asszír recepteket írtak át papiruszaikra már Kr.e. a III. században. Plinius is írt hasonló recepteket. Tovább menve, Kr.u. a VIII. század végéről származik és Luccaban, a Biblioteca Capitolerumban található „Compositiones ad tingenda misina” című receptes könyv kézírata, ami fémek ötvöztetésével, az üveg színezésével kapcsolatos eljárásokat rögzít. Hadd említsük meg a IX-X század híres kéziratát, a Mappae Claviculát is, amelynek a XII századi másolata az arany vizsgálatáról, tűzserzészeti készítmények leírásáról vált híressé. Mindezek csupán részletek, töredékek a Schedula tartalmához viszonyítva. A Schedulát joggal nevezhetjük az első szakmai tankönyvnek, amelynek szerzője neve és vallási nézetei után ítélve a X-XI. században élehetett, a bencés rend szerzeteseként. Theophilus felvett görög szerzetesi név, magyar fordításban Isten barátja, a presbiter pedig papot jelent. Ezt megerősíti maga Theophilus is könyvének első, bevezető részében.

Theophilusnak ismernie és gyakorolnia kellett az általa leírt mesterségeket. Olyan pontos leírásait adta ezeknek, kitérve gyakorlati útmutatásokra, hogy ezeket csak gyakorlott tapasztalatok útján lehet megszerezni. Jellemző a műre, hogy alig tartalmaz misztikus leírásokat, amikor minden korabeli hasonló, de későbbi receptgyűjtemény is tele van misztikummal. A könyv a mesterségek rigurózus leírásának köszönhetően ma is alkalmas tankönyvnek, számos leírása ma is érvényes és alkalmazható.

4. Műszaki haladás a Kárpát-medencében

Mint Nyugat-Európa térségében a közép és kelet-európai országokban is az alakuló és terebélyesedő egyház, a rendek voltak a tudomány, a művészet, a műszaki haladás terjesztői.

Mint a kelet-római császárság közvetlen szomszédja, iparművészetében sem zárkózott el Bizánc hatása elől. Konstantinápolynak, a kora középkor Párizsának nagy hatása volt egészen a XIII. század végéig Kelet-Európa és a Kárpát-medence iparára, iparművészetére. Hatása azonban nem kizárólagos, mert ebben az időszakban (XI-XIII. sz.) észak-itáliai, lombárd, németországi és francia hatások is érvényesülnek. Magyarországon például a francia kézműipar első követői a Szent László királytól alapított s a Saint Gilles apátságából telepített somogyvári bencés monostor szerzetesei lehettek, akik 1204-ig mind franciák voltak.

A szintén Franciaországból telepített ciszterciák építkezései a gótika elemeit már a XII. század végén behozták Kelet-Európába. Ugyanilyen utakon terjedtek el a lotharingiai bronzművek, de meg kell jegyezzük, hogy a XI-XIII. század bronzemlékek között már magyar munkákat is találunk. A nyugati hatások mellett azonban a bizánci művészet még a XIII. században is érvényesült. I. István teremtette meg az önálló magyar pénzverést.

Magyarország területén a X-XII. században jelentős vaskohászat folyt. Nyersanyagként a rudabányai ércet használták fel. A XIII. században a kis vasolvasztó műhelyek megszűnnek, mert a fejlettebb nyugati termékek, a stajer vaskohászat, kiszorították a magyar termékeket bel és külföldi piacokról.

Említettük, hogy az első magyar pénzérmék I. István nevéhez kapcsolódnak, 1004 körül. Ezeket Esztergomban, a királyi székvárosban verik és az idő folyamán Kijevig, Skandináviáig és a szomszédos Lengyelorszáig is eljutottak. Ez arra utal, hogy már a XI. században élénk külkereskedelme volt az akkori Magyarországnak. Feljegyzések örökítették meg, hogy a XI. században a magyar kivitel termékei a ló, az ökör, a viasz, a só, a hal, a gabona, a bor, a prém és a rabszolga volt.

A pécsváradi, kb. 1015-re keltezhető oklevélben 20 vasbányászról, 10 kovácsról, 12 esztergályosról, 9 pékről, 3 fazekasról, 6 tímárról, 5 ötvöséről, 8 ácsról, 3 molnárról szerzünk tudomást. Ugyanebből az időből több alapítólevél tesz említést molnárokról.

Szűkebb pátriánkban, Erdélyben is találunk közvetlen az ezredforduló korából származó műszaki alkotásokat. Ebből a korból származnak a gyulafehérvári székesegyház körzetében feltárt körtemplom romjai.

Miután 1141 körül Géza magyar király szászokat telepít Erdélybe, és privilégiumokat ad nekik, nagy lendülettel épülnek Medgyes, Szászsebes, Szeben, Segesvár, Szászváros és Beszterce. Ennek kiteljesüléseként 1217-ben II. András király a Barcaságot a német lovagrend kezére adja, ami újabb építkezési hullámot váltott ki. 1222 körül épül Keresztvár, Töröcsvár, Feketealom és Brassó. A szászok erdélyi betelepítése a kézműipar és a városiasodás fő mozgatójává vált Erdélyben.

Kétségtelen, hogy Erdélyben a műszaki haladás a nyugat-európai és bizánci ismeretek felhasználásával lépkedte szerény lépéseit, de nem fér kétség ahhoz sem, hogy a külföldi tapasztalatok mellett kialakult egy helyi jellegű, a helyi tapasztalatokat, találmányokat hasznosító kézműipar. Ezzel a helyi jellegű tudáshalmazzal, a követett úton hasznosított nyugati ismeretekkel együttesen lett erdélyi az építész, a kézműipar, a vízenenergia felhasználása és az oktatás.

5. Következtetések

Az első évezred végéig Európa az erdők világa volt. A népesedés növekedése szükségessé tette új mezőgazdasági területek meghódítását, a vízenenergia széleskörű hasznosítását. Elkezdődik a templomok és nagy katedrálisok építése, amelyek körül kialakulnak a mesterségek és művészetek központjai. A fizikai munka egyenlő rangot nyer a szellemi munkával. Létrejönnek az első universitások, megírja Theophilus Presbiter máig használható műszaki jellegű, misztikumok nélküli könyvét, ez az első műszaki tankönyv. Az egyházi rendek igen fontos szerepet játszanak a műszaki tudomány fejlesztésében és egyre keletebbre való terjesztésében. A bizánci és nyugat-európai hatásokat ötvözve a helyi tapasztalatokkal, hagyományokkal, kialakul a jellegzetes erdélyi építész, iparművészet, bányászat, kohászat.

Felhasznált irodalom

1. Renfrew, Colin: *A civilizáció előtt*, Osiris Könyvkiadó, Budapest, 1995.
2. Gimpel, Jean: *Revoluția industrială din evul mediu*, Editura Meridiane, București, 1983.
3. Klusch, Horst: *Siebenbürgische Goldschmiede Kunst*. Kriterion Verlag, Bukarest, 1988.
4. Márton, László: *Harangok*, Pallas- Akadémia Könyvkiadó, Csikszereda, 2001.

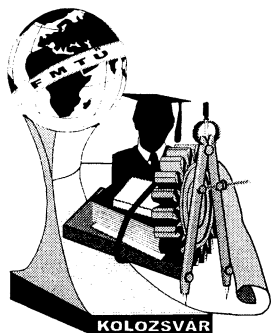
Dr. ing. Márton László

S.C.Delta Info-Line SRL Gyergyószentmiklós (Gheorgheni)

535500 Gyergyószentmiklós, Nicolae Bălcescu utca.17 szám

Tel/Fax: +40 266 364 280

Email: martonlb@yahoo.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

KOCKÁZATKEZELÉS A MAI REPÜLÉSBEN

Prof. Dr. Pokorádi László

Abstract

The paper shows the wildlife-strike and other flying accident risk assessment methods and their experiments. The paper will be organized as follows: Section 1 shows the main questions of transportation accidents' risk. Section 2 words investigation methods of risk around airport. Section 3 presents wildlife-aircraft strike risk.

Összefoglalás

A tanulmány a repülőtér körüli vadállat-ütközési, illetve más baleseti kockázat becslésének módszereit, és eddigi tapasztalatait mutatja be. A publikáció az alábbi fejezetekből áll: Az első fejezet a közlekedési tevékenység kockázatának kérdéseit ismerteti röviden. A második fejezet a repülőtér-közeli balesetek kockázat elemzési módszereit mutatja be. A harmadik fejezet a vadállat ütközési kockázatot vizsgálja.

1. A baleseti kockázatról általában

Minden emberi tevékenység valamilyen formájú, és mérvű kockázatot von maga után. Az ipari és a közlekedési tevékenységek egy köre az átlagosnál nagyobb kockázattal bír. Ide tartozik az atomenergetika, a vegyipar, a kőolajszállító hálózatok, illetve maga a repülés. A kockázat olyan összetett fogalom, mely másik két alapfogalomra épül. Ezek az egy negatív értékelésű következmény mértéke, illetve annak bekövetkezési valószínűsége.

Közlekedési balesetek kockázatának becslése során megkülönböztetünk úgynevezett egyéni és társadalmi kockázatot.

Az egyéni kockázat valószínűsége egy, a baleset helyéhez viszonyított pontra meghatározott valószínűség, hogy ott állandóan tartózkodó egy nem védett személy a baleset következtében meghal.

A társadalmi kockázat valószínűségét, mint veszélyes tevékenységhez vagy balesethez kötött olyan valószínűség értelmezzük, hogy több mint N számú személy halála következik be.

Az egyéni és a társadalmi kockázatok becslésének alapjai némileg eltérnek egymástól. Az egyéni kockázat számításakor nem vesszük figyelembe, hogy tartózkodik-e valaki a veszélyforrás körül. Az eredmény, elvileg, azonos, attól függetlenül, hogy terület sűrűn lakott vagy lakatlan. Azt sem vizsgálja, hogy a területen tartózkodó személynek van-e valamilyen védelme (például védőöltözet). Ez a fő eltérés a társadalmi kockázattól. A társadalmi kockázat becslésénél különbséget teszünk — sebezhetőségük szerint — a területen aktuálisan (vagy átlagosan) tartózkodó személyek között, akik például épületben vagy a szabad levegőn tartózkodnak. Tehát az egyéni kockázat becslése során ezt nem korrigáljuk, ez a paraméter a kockázat helyi mértékét vizsgálja, a helyszínen tartózkodó személyek számától függetlenül.

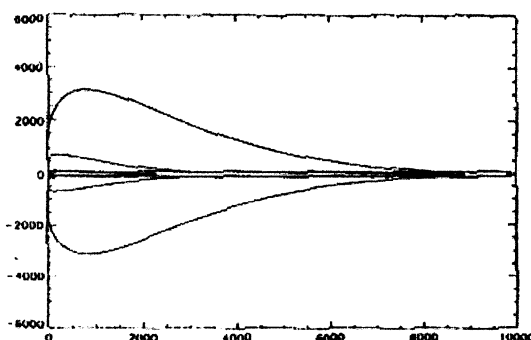
2. A repülőtér-körüli baleseti kockázat elemzése

A repülőterek közelében bekövetkező légi-katasztrófák kockázatának becslése és elemzése nagy jelentőséggel bír a repülőterek ki- és átalakítása, illetve a környező települések (elővárosok) fejlesztése szempontjából. A repülési feladatok legveszélyesebb fázisai a fel-, és a leszállások, amelyeket a repülőtereken, vagy azok közel-körzetében hajtanak végre. Ezek a kockázati tényezők jelentős hatással bírnak a környező lakosság számára. Napjainkra a települések terjeszkedése már több helyen elérte a repülőtereket. Belátható, a repülőtér-közeli kockázatok becslése és kezelése fontos kérdésként mutatkozik a repülésbiztonság tekintetében.

A repülőtér-közeli kockázat számítási módja három fő lépésből áll. Elsőként a repülőterek közelében bekövetkező légi balesetek valószínűségét kell meghatározni. Ez függ a baleset bekövetkezésének egy mozgáshoz (fel- vagy leszálláshoz) viszonyított valószínűségétől, illetve az adott repülőtéren évente végrehajtott mozgások számától. Az egy mozgáshoz kapcsolódó baleseti valószínűség, a baleseti ráta, a korábbi repülő események statisztikai vizsgálatával határozható meg. A repülés biztonságának növekedésével együtt a baleseti ráta fokozatosan csökken, így ezen tényező jövőbeni értéke csak extrapolációval becsülhető. Jelentős eltérés mutatkozik a baleseti ráta értékében a különféle repülési feladatok, a Föld különböző régiói között is.

A baleseti ráta ismeretében, az adott repülőtér éves forgalma (mozgásai) alapján meghatározható az egy baleset bekövetkezésének éves valószínűsége.

Valójában a helyi baleseti valószínűség nem egyenletes a repülőtér közvetlen közelében, így a baleseti valószínűség térbeli eloszlását is meg kell határozni. Ezt a felszállópálya küszöbétől mérve a pálya talajra vetített görbéje mentén, az attól mért merőleges távolság függvényében kell meghatározni.



1. ábra. Lokális katasztrófa eloszlások

A katasztrófák bekövetkezésének lokális valószínűségét (vízszintes-síkú) kétdimenziós eloszlással írták le az előző adatok további statisztikai elemzésével. Az 1. ábra a statisztikai úton meghatározott teljes lokális katasztrófa valószínűség eloszlást szemlélteti a fent meghatározott koordináta rendszerben. A diagrammon úgynevezett „izo-valószínűségi” görbék láthatók.

A katasztrófa várható következményét a baleseti terület nagysága és a területen belül fellépő halálesetek számával jellemezték és modellezték a kutatók.

Mivel a fenti kockázati zónákat a pálya talajon vett vetülete mentén kell értelmeznünk, ezért külön figyelembe kell venni a fel- és leszállási nyomvonalakat is a vizsgált repülőtér esetére.

A következő lépésként fel kell állítani az úgynevezett baleseti következmény-modellt, mellyel az eseti faktort tudjuk meghatározni. Az eseti faktorok meghatározásához figyelembe veszik az úgynevezett ütközési, repülőgép és környezeti jellemzőket.

Egy baleset következményének mértékét a baleseti terület nagyságával és az azon belüli a halálos következmények számával határozzák meg a modell felhasználásával. A baleseti következmény modelleket három csoportba lehet sorolni. Az úgynevezett első kategóriájú modell esetén szubjektív becslési módokat alkalmaz. Ezt akkor célszerű alkalmazni, amikor a következmények meghatározásához nem rendelkezünk statisztikailag megfelelő számú adattal.

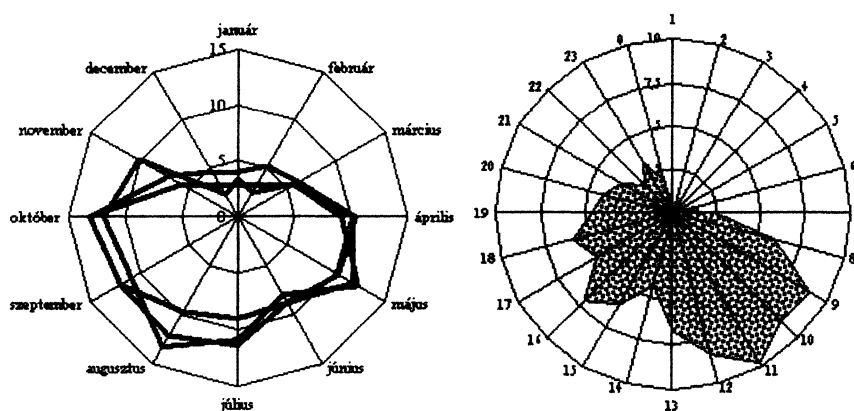
A determinisztikus baleseti következmény modell alkalmazásakor a rendelkezésre álló adatok alapján határozzák meg a várható következményeket. Ez a módszer hajlamos túlbecsülni egy baleset következményeit.

A valószínűségi baleseti következmény modell a repülőgép paramétereiből, illetve a becsapódáskori mozgási adatokból származtatott statisztikai adatok alapján történik a katasztrófa következményeinek becslése. A módszer előnye, hogy sem szubjektív véleményt, sem szakmai feltételezést, hipotézist nem igényel.

3. Repülőgép-vadállat ütközések kockázata

A repülési kockázat jelentős részét a repülőgépek vadállatokkal való ütközésének kockázata jelenti.

A megfelelő és hatásos ellenintézkedések érdekében az első és legfontosabb feladat a megtörtént repülőgép–vadállat ütközések statisztikai elemzése. A 2. ábra a madárütközések relatív eloszlásai láthatók az évszakok és a napszakok függvényében.



2. ábra. Az ütközések megoszlása a hónapok és napszakok függvényében (százalékban kifejezve)

Az első diagramból egyértelműen látható, hogy általában augusztus, szeptember és október a legeseménydúsabb egymást követő három hónap. Az ütközések napi relatív eloszlását szemlélve, látható, hogy a balesetek döntő része a reggeli, délelőtti napszakban történik.

A bemutatott diagramokból és a statisztikai adatokból egyértelműen kitűnik, hogy az ütközések legnagyobb hányada nappal, kis magasságban, a repülőtérrel vagy annak közvetlen környezetében következik be.

A repülés közbeni madárütközési kockázat csökkentésének egyik módja lehet a megfelelő repülési manőver végrehajtása. A madárkikerülési manőver hatásossága számos összetevőtől függ, mint például a humán fiziológiai tényezők, a repülőgép kormányvezérlő jelekre adott reakciója.

Napjainkban időszerűvé váltak olyan tanulmányok, elemzések készítése, melyek célja hozzájárulni a madárütközések repülőgépek üzemeltetésére gyakorolt kockázatának csökkentéséhez a nagy kockázatú madárfajok emberi(!) tájhasználatával történő szabályozásával.

Az elemzések során a szakemberek a madárveszéllyel kapcsolatos fenti ismereteket integrálták a tájhasználatával kapcsolatos információkhoz, létrehozva egy listát, mely segítséget ad a helyi hatóságoknak a repülőtér üzemeltetéséhez illeszkedő terület-felhasználás meghatározásához.

Irodalom

- [1] Ale, B.J.M., Piers, M., The assessment and management of third party risk around a major airport, *Journal of Hazardous Materials* 71 2000 1–16
- [2] Bottelberghs, P.H., Risk analysis and safety policy developments in the Netherlands, *Journal Hazardous Material*, 71 (2000), p. 59 – 84.
- [3] Janic, Milan, An assessment of risk and safety in civil aviation, *Air transport management*, 6 (2000) p. 43 – 50.
- [4] Mudra István, Légtér- és eljárásváltozások a „Budapest TMA”-ban, XV. Repüléstudományi Napok XV. Repüléstudományi Napok, 2005. (megjelenés alatt).
- [5] Piers, Michel, The development and application of a method for the assessment of third party risk due to aircraft accident in the vicinity of airports, *Proc. Of the 19th Congress of the ISAC*, Anaheim, California, USA, p. 507 – 518.
- [6] Pokorádi László, Kockázatkezelés a repülésben, *Repüléstudományi Közlemények*, ZMNE RTI, Szolnok, 1999/1, p. 65–77.

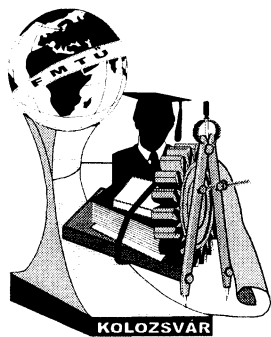
Prof. Dr. Pokorádi László, a műszaki tudomány kandidátusa

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum Műszaki Főiskolai Kar

H-4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4

Telefon / Fax: +35-52-416-361/+36-52-418-643

E-mail: pokoradi@mfk.unideb.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

JÓ ÉS ROSSZ TANÁROK DIÁKSZEMMEL

Suplicz Sándor

Abstract

We have examined educator's competencies by the help of reminiscences of engineer-teacher students. We based our approach on the assumption that in the envisioned teachers' characterization virtues and faults, competencies and deficits (lacks) of competencies can be tackled. One can fall into the category of a 'good teacher' by having more well and harmonically functioning competencies. These are rarely aggregated in students mind as distinct competencies. In case of learnable elements, like expertise, it is easier to categorize [2.] Attributes earned in our survey were categorized by semantic analyses. Behind teachers' virtues and faults we found personal characteristics as most important elements. This is the decisive factors of teachers' impacts on students.

Összefoglalás

A pedagóguskompetenciákat mérnökstanár hallgatók középiskolai tanáraikra való visszaemlékezései alapján vizsgáltuk. Szemléletünk alapja az a feltételezés, hogy a felidézett tanárok jellemzésében megragadhatók azok az erények és hibák, kompetenciák, vagy éppen kompetenciadeficit, amelyek a tanári tevékenységet jellemzik. A jó tanár kategóriájába nyilván több jól és harmonikusan működő kompetencia együttes meglétével lehet bekerülni. Ezek a diák számára ritkán összegződnek körülhatárolható kompetenciákba. A tanulható elemek - például a szaktudás - esetében könnyebb a kategorizálás. [2.] A felmérés során nyert jellemzőket szemantikai elemzéssel csoportosítottuk. Megállapítható, hogy a diákvélemények alapján a tanárok hibái és erényei mögött legnagyobb súllyal személyiségjegyek állnak. Ez a diákokra gyakorolt hatás meghatározó eleme.

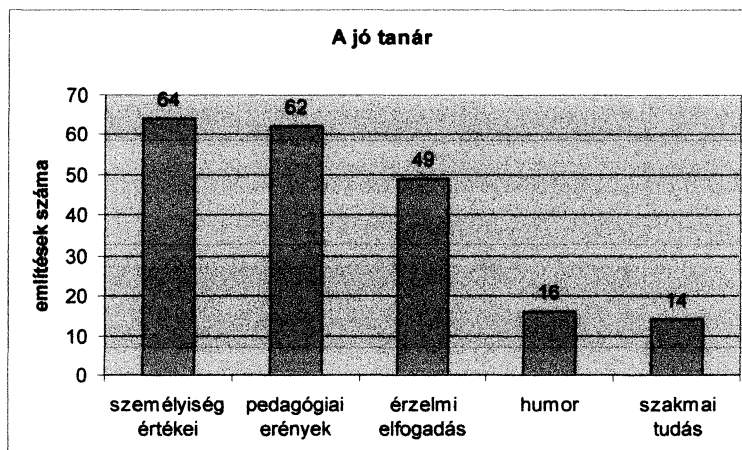
1. A vizsgálat célkitűzései és leírása

A pedagógusképzés kompetencia-alapú átalakítása szükségessé tette az aktív pedagógusok erényeinek, hiányosságainak újbóli áttekintését, kompetencia-készletének feltárását. A jelen kutatás célja meghatározni a jó tanár tanulható és könnyen fejleszhető, valamint a személyiségfüggő és ezért nehezen befolyásolható jellemzőit. Törekszik annak feltárására, hogy milyen kompetenciákkal rendelkeznek a jó, és milyen deficitekkel küzdenek a rossz tanárok. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak a mérnökstanár-képzés fejlesztéséhez.

A vizsgálatban 73 mérnökstanár szakos hallgató vett részt, akik a Budapesti Műszaki Főiskola valamely karának mérnök/műszaki menedzser/informatikus képzésében vesznek részt, 63% férfi, 37% nő.

Az elemzés során öt kategóriába soroltuk a jellemzőket – (1) személyiség értékei/hibái, (2) pedagógiai erények/hibák, (3) érzelmi elfogadás/elutasítás, (4) szaktudás/hiánya, (5) humor/hiánya – a válaszok több mint 95%-át be tudtuk sorolni.

2. A jó tanár jellemzői

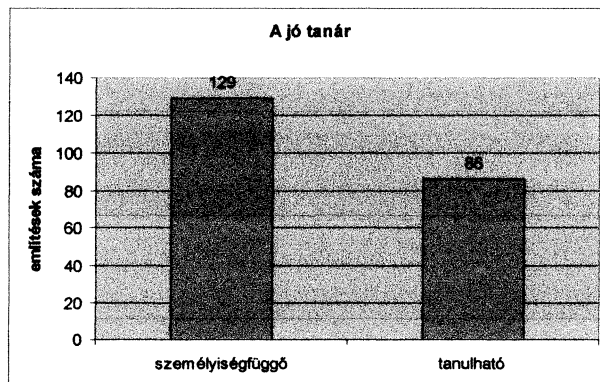


1. ábra. Főiskolai hallgatók jó tanárainak jellemzői

- A legnagyobb gyakoriságot a személyiség értékei adták. A tanár személyiségére utaló jellemzők szerepelnek ebben a csoportban, mint például „korrekt, lendületes, emberséges, alapos, segítőkész, intelligens...”.
- Szoros második a pedagógiai erények kategóriája. Ide kifejezetten a tanári tevékenységet jellemző, erényeket soroltuk. „Érdekes órákat tart, érthető, tisztázott elvárásokat támaszt, leköti a figyelmet, követel, jól fegyelmez...”
- Az érzelmi elfogadás került a harmadik helyre. Ezt a kategóriát tartalmi jegyei miatt elsősorban személyiségfüggőnek és kisebb mértékben szerepelvárásból származónak tekinthetjük. A diákok megfogalmazásai szerint: „diákcentrikus, közvetlen, törődő, elfogadó, együtt érző, barátságos...”
- Negyedik a humor, amely szintén része a személyiségnek, szellemi kvalitásokat hordoz.
- A szakmai tudás az előzőekhez hasonlóan az ötödik helyen áll az említettségi sorrendben. „Szaktudással rendelkezik, jól felkészült, biztos tudású, hozzáértő...” jelzőkkel illettek néhány kiemelkedő tanárt. Két-három év távlatából a jó tanárokat nem e szempont mentén válogatták a hallgatók. Tudjuk, fontos és elengedhetetlen feltétel a szaktudás, de nem ez dönti el a tanári minőséget. A szakmai felkészültség olyan kiindulási alapot, bázist képvisel, amellyel a diákok számára kielégítő szinten a legtöbb tanár rendelkezik, elvárásaiknak megfelel. A tudástöbblet bemutatására és hasznosítására a középiskolai elvárások és keretek kevés lehetőséget adnak.

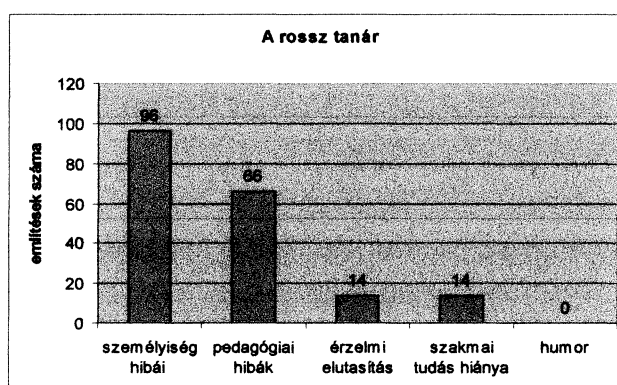
A tanulható elemek részaránya jelentősen elmarad a személyiségfüggő, ezért nehezen befolyásolható elemekhez viszonyítva.

Korlátozott mértékben fejleszthetők ugyan a személyiségfüggő jegyek is, de ezek költség és időigényes tréningekkel, terápiás módszerekkel, valósíthatók meg, amelyek a tanárképzés jelenlegi kereteit meghaladják



2. ábra. Személyiségfüggő és tanulható elemek aránya

3. A rossz tanár jellemzői

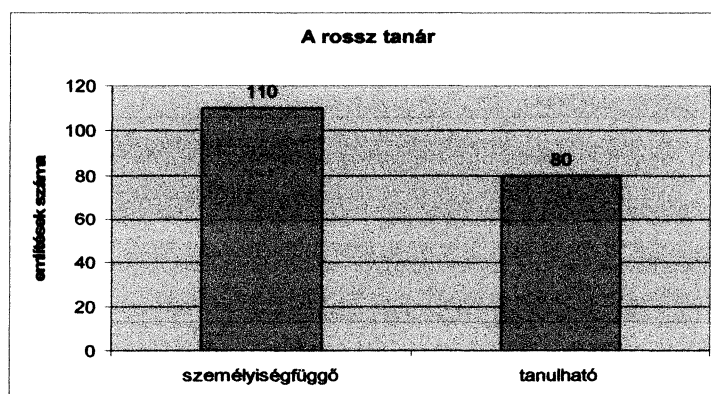


3. ábra. A rossz tanár jellemzői főiskolások válaszai alapján

- A rossz tanár esetében a személyiséggel kapcsolatos hibák egyértelműen az első helyre kerültek. Többek között: a „szétszórt, beképzelt, szeszélyes, bárgyú, közönyös, fafejű...”.
- A pedagógiai hibák a második helyen szerepelnek.
- Az érzelmi elutasításra vonatkozó jellemzők kicsiny, mindössze 14 említése, megegyezik a szakmai hiányosságok említésének számával.
- A humor hiánya viszont nem merült fel kifogásként.

A rossz tanárok nehezen fejleszhető, személyiségfüggő és tanulható jellemzői közötti arány hasonló a jó tanárok körében mértékéhez.

A személyiségfüggő jellemzők az életkor előre haladtával stabilizálódnak, megmerevednek. Számottevő változást, az együttműködési szándékot mutató fiatalabb korosztálytól várhatunk. Tréningektől, támogató csoportoktól (pl. Bálint-csoport) remélhető fokozatos fejlődés. [1.] Az eredmény rámutat, hogy bár a tanári szerep az utóbbi években jelentős átalakuláson megy át, a tanulók szemében a pedagógus továbbra is mértékadó erkölcsi, etikai kérdésekben, emberi értékek tekintetében.



4. ábra. A rossz tanárok személyiségfüggő és tanulható jellemzőinek aránya a főiskolások válaszaiban

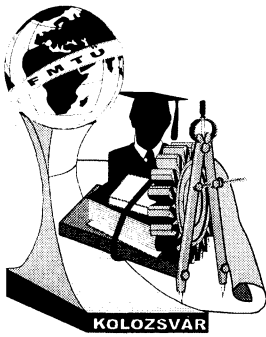
Ha a diákok elvárásait összevetjük a legrégebben ismert erényekkel, értékekkel meglepő megállapításokat tehetünk. Demokritosz fő erényekként a mértékletességet, a lélek tisztaságát és a jókedvet említi. A személyiség értékeiben ezek adják a legnagyobb részt.

Platón szerint az ész, a szellem és a vágy egyensúlyából fakad a három fő erény: bölcsesség, erkölcsiség, harmónia. Ezek hiányát, mint a rossz tanár kiegyensúlyozatlan személyét jellemző vonásokat az esetek döntő részében megtaláljuk. [3.] „Uralkodik magán, rendet tart, barátja lesz önmagának, összhangba rendezi lelke három részét önkéntelenül, mint a zenei összhang három húrját és a sokból mindenképp eggyé alakulva, magát mérsékelve és harmonizálva teszi, amit tennie kel”... (Platón)

Irodalom

- [1.] Bagdy E. – Telkes J. (2002): Személyiségfejlesztő módszerek az iskolában. NTK, Bp.
- [2.] Henczi Lajos (2006): Vállalati elvárások a szakképzésben, Szakképzési Szemle, No. 2.
- [3.] Thorne B. M. – Henley T. B. (2000): A pszichológia története. Glória Kiadó Bp.

Suplicz Sándor főiskolai docens
 Budapesti Műszaki Főiskola Tanárképző és Mérnökpedagógiai Központ
 H-1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.
 Tel: + 36 1 666-5372
 E-mail: suplicz.sandor@tmpk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

POLIMER KEVERÉKEK KÉSZÍTÉSÉNEK ÚJ MÓDSZERE

Ádámné Major Andrea, Dr. habil Belina Károly

Abstract

Mixing is one of the most important processes in the plastics industry. Two mechanisms occur in mixing: dispersive and distributive. Different types of mixers have been developed to fulfill both mechanisms. A special mixing unit was studied. Polycarbonate, ABS and regrind were investigated. The output of the mixer was investigated as a function of the screw speeds of the satellite extruders. Qualitative measurements were carried out to characterize the efficiency of mixing at different concentration levels of the components. Conclusions were made on the effect of the parameters of mixing.

Összefoglalás

A keverés egyike a legfontosabb műanyag-feldolgozó műveleteknek. A keverés két alapvető mechanizmussal történik: diszperzív, azaz méretcsökkentő, illetve disztributív, azaz elosztató mechanizmusok. A kutatómunkánk során egy új típusú dinamikus keverőt tanulmányoztunk. Polikarbonátot, ABS-t és autóiipari darálékot vizsgáltunk. Meghatároztuk az adagoló extruderek fordulatszámának, valamint a keverő elem fordulatszámának hatását a kihozatalra. Kvalitatív méréseket végeztünk, amikkel kimutatható a keverés hatékonyságának függése a komponensek különböző koncentrációjától. Következtetéseket vontunk le a keverés paramétereinek hatásaira.

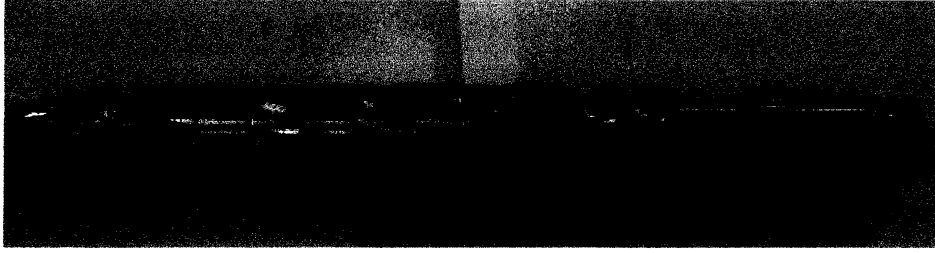
1. Bevezetés

A műanyagok feldolgozása, alkalmazása során egyre nagyobb figyelmet fordítanak a különböző keverékekre, mert ezekkel a legkülönbözőbb tulajdonságokat lehet elérni. A keverési folyamat egyre nagyobb szerepet kap a műanyagok újra feldolgozása során is. A termék makroszkopikus homogenitását csak megfelelő intenzitású keveréssel lehet elérni

A polimerek keverését ömledék állapotban végezzük, hogy a termék tulajdonságai homogének legyenek. A polimer ömledékek nagy viszkozitású folyadékok, ezért áramlásuk lamináris. Ebben az esetben az alkalmazott feszültség és deformációs mezők határozzák meg a keverés hatékonyságát [1]. A deformációs mező a komponensek egymásban való elosztását, míg az alkalmazott feszültség (erő) a részecskék között ható kohéziós energia legyőzésére szolgál [2].

Kutatómunkánk egy új típusú dinamikus keverő hatékonyságának vizsgálatára irányult. A keverő álló és forgó keverőelemeket [3] tartalmaz (1. ábra), amelyekkel a polimer ömledékre ható feszültség és deformációs mezők erősíthetők. A vizsgálatokhoz össze nem férhető polimereket használtunk, mivel ezekkel a keverés hatékonysága jól nyomon követhető [4,5].

A keverő berendezés egy keverő egységből és két adagoló extruderből áll. Ezek egyike a Collin Teach-Line E20T, a másik pedig a 22 mm-es csigaátmérőjű Brabender Plastograph. Mindhárom egységnek független meghajtása és hőmérsékletszabályozása van.



1. ábra. A dinamikus keverő egység a forgó és álló keverő elemekkel.

Első közelítésben a polimer ömledékek összenyomhatatlan folyadékok. Ez egyben azt is jelenti, hogy az áramlási keresztmetszet megváltoztatása egyben az áramlási sebesség megváltozásával is jár. A sebesség megváltozása nyújtási folyás megjelenését is eredményezi. Ennek eredményeként növekszik a fázisok határfelülete, ami az anyagok között ható kölcsönhatás erősítését eredményezi. Az álló keverőelemekben kúpos csatornák alkalmazásával a nyújtási folyás nagyságát erősítjük, amellyel a keverék minősége javítható. A folyadékelem mérete az álló keverőelemek számának és geometriájának függvénye:

$$L = L_0 N^m \quad (1)$$

ahol L a folyadékelem hossza, L_0 a folyadékelem kiindulási hossza, m az álló keverőelemek száma, N a keverőelem belépési és kilépési felületének aránya. A forgó keverőelemek használata nem csak a nyírási, hanem a nyújtási folyás mértékére is kihat. A forgó elemek periodikusan változtatják a belépő és a kilépő keresztmetszetet, így a nyújtási folyás mértékét is.

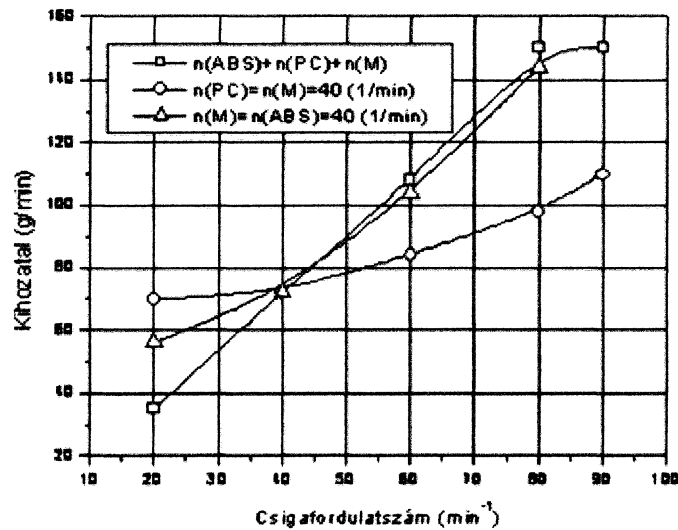
2. Kísérleti rész

A vizsgálatokhoz polikarbonátot (PC) (Bayer Makrolon) és ABS-t (GE Cylolac GDM 3500) használtunk. A tiszta alapanyagok mellett szálerősítéses autóiipari darálékot is adagoltunk a keverékbe. Vizsgáltuk az adagoló extruderek fordulatszámának, valamint a keverő elem fordulatszámának hatását a kihozatalra. A keverékek minőségét optikai mikroszkópiával és SEM technikával jellemeztük.

3. Eredmények és értékelés

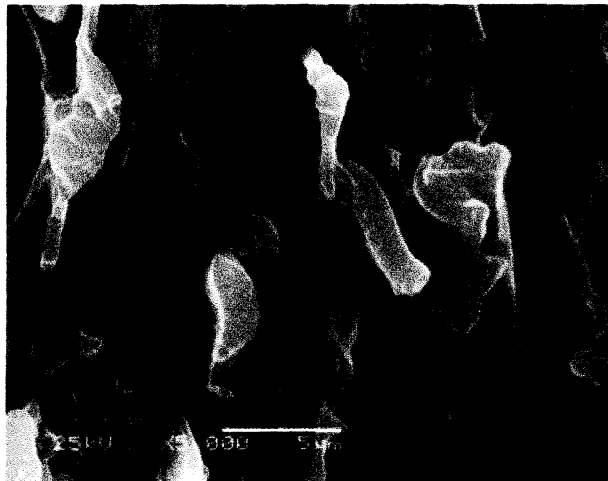
A keverő kihozatala nagyon érdekes függvényt mutat a rotor fordulatszámának függvényében. Az adagoló extruderek fordulatszámát állandóan tartva (40 1/min) a maximális kihozatal 60-70 1/min fordulatszámánál van. Ennél nagyobb fordulatszámánál a kihozatal gyorsan csökken. Ennek magyarázata a keverő rész szívó hatására vezethető vissza. Jól mutatja ezt a Collin extruder fejnnyomásának változása: 20 1/min-nél a fejnnyomás 26,8 bar, 40 1/min-nél a fejnnyomás 2,2 bar, míg 60 1/min-nél a fejnnyomás már nem volt mérhető.

Az extruderek kihozatalát a csigafordulatszámok függvényében a 3. ábrán mutatjuk be. Annak ellenére, hogy az adagolók kihozatala nem lineáris, a keverő berendezés teljes kihozatala lineáris a 20 – 80 1/min fordulatszám tartományban.



3. ábra. Az extruderek kihozatala a csigafordulatszámok függvényében. $n(ABS)$ a Collin, $n(PC)$ a Brabender extruderek, $n(M)$ a mixer csigafordulatszámát jelenti.

A PC/ABS keveréket SEM felvételekkel jellemeztük. A minták készítését korábbi publikációnkban ismertettük részletesen [4]. A 4. ábrán a 80/20 PC/ABS keverék jellemző SEM töretfelvételét mutatjuk be. A felvételen jól megfigyelhető a folytonos PC fázisban egyenletesen eloszlott ABS. A nyírési és nyújtási folyásból adódó szálak szerkezet egyértelműen azonosítható. Az átlagos szálátmérő $1,0 \pm 0,1 \mu\text{m}$. A felvételen az is jól látható, hogy a komponensek között elhanyagolható a kölcsönhatás, amit a fázisok elválása mutat.



4. ábra. 80/20 összetételű PC/ABS keverék töretfelülete.

A keverő hatékonysága jól megfigyelhető a darálék használata esetén is. Az 5. ábrán autóiipari műanyag darálék (szálerősítéses PC) és originál PC keverékének töretfelületét mutatjuk be. A felületen megfigyelhetők a kihúzóerősítő szálak, ezek eloszlása egyenletes eloszlást mutat.



5. ábra. PC és PC darálék töretfelülete.

4. Következtetések

A berendezés nagyon hatékony keverést eredményezett. Megállapítottuk, hogy a keverő berendezés kihazatala nem csak a keverő, hanem az adagoló extruderek sebességével is szabályozható. Mikroszkópi vizsgálattal megállapítottuk, hogy az IDMX[®] keverővel könnyen elérhető a komponensek mikroméretű, egyenletes eloszlása egymásban. A keverő jól használható a műanyag hulladékok újra hasznosításában is.

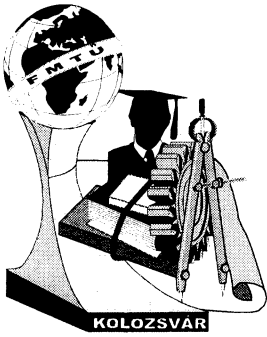
5. Irodalom

1. L.A. Utracki: *Polymer Alloys and Blends*, Hanser Publ., Munich, 1990.
2. C.G. Hagberg, D. Bigio, M. Shah: ANTEC '95 Technical Papers XLI, 333 1995.
3. US Patent No. 5,749,649. U.S. Patent No. 5,951.159.
4. K. Belina, P. Juhász, D. Csongor, N.R. Schott: ANTEC 2001, Dallas, Technical Papers XLVII, 2240, 2001.
5. Schott, N.R., Belina, K., Csongor, D.: ANTEC 2006 Conference Proceedings, 2., 928-931. 2006.

Ádámné Major Andrea, főiskolai tanársegéd, doktorandus

Dr. habil Belina Károly, főiskolai tanár

Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Műanyag- és Gumitechnológiai Szakcsoport
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10., Telefon: +36-76-516-392
E-mail: major.andrea@gamf.kefo.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ANYAGTULAJDONSÁG- ÉS TECHNOLÓGIAI PARAMÉTER-MEGHATÁROZÓ MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE

Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő

Abstract

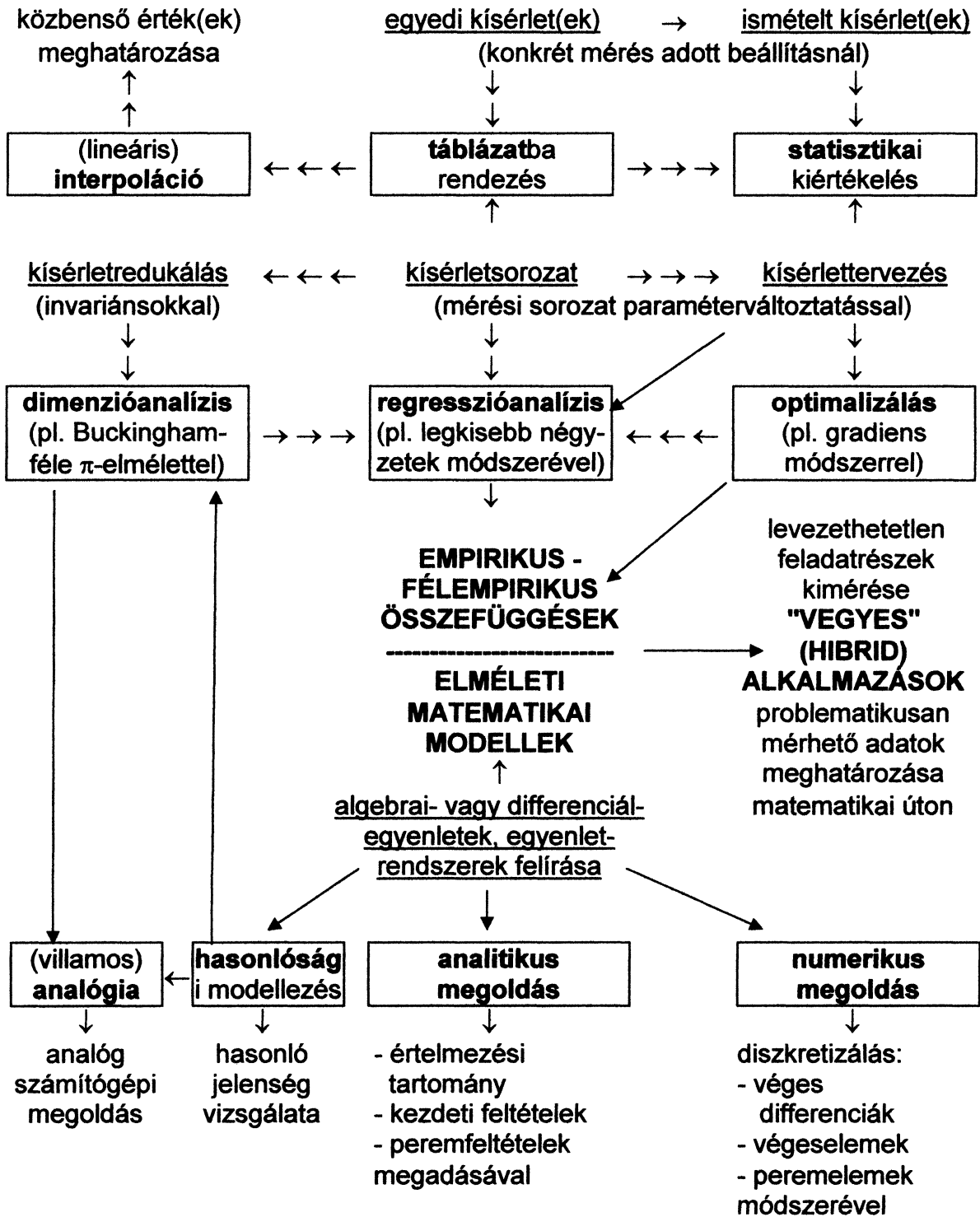
In the mechanical engineering practice focused primarily on the planning and manufacturing of engineering components, several advanced methods have been developed and proposed for the computerized material selection and the computer aided design of processing technologies. In this paper the various mathematical-physical models and computerized techniques designated to determine and predict the relationships between the materials properties and the parameters of technological processing methods are discussed and compared.

Összefoglalás

A gépalkatrészek tervezésére és gyártására irányuló gépészmérnöki gyakorlatban számos korszerű módszert fejlesztettek ki és javasolnak a számítógépes anyagkiválasztás és technológia tervezés céljára. Jelen cikkben azokat a különféle matematikai-fizikai modelleket és számítógépes módszereket elemezzük és hasonlítjuk össze, amely elsődlegesen az anyagtulajdonságok és a gyártástechnológiai paraméterek közötti összefüggések meghatározására és predikciójára hivatottak.

Az anyagkiválasztás és a technológiai tervezés folyamata a korszerű mérnöki gyakorlatban számítógéppel segített eljárások (CAE \equiv Computer Aided Engineering) során valósul meg, amelyeknek két nagy „területe” a számítógéppel segített (konstrukciós) tervezés (CAD \equiv Computer Aided Design) és a számítógéppel segített folyamattervezés (CAPP \equiv Computer Aided Process Planning). Ilyen eljárások hatékony és megbízható végrehajtásához szükség van informatikailag feldolgozható mérési adatokra, matematikai modellekre. Ezek célszerű felhasználása alkalmas lehet anyagtulajdonságok becslésére, technológiai paraméterek meghatározására egyaránt.

A jellegzetes, kutatást és tervezést egyaránt támogató módszerek [1–12] röviden értékelve a következők (1. ábra), melyek közé nem sorolhatók be a — gyakorlatban egyébként előforduló — véletlen próbálgatáson, paraméterek találomra történő kiválasztásán alapuló „eljárások”:



1. ábra. Anyagtulajdonság- illetve technológiai paraméter-meghatározás módszerei

1. A közvetlen kísérlet célszerűen kialakított próbatesteken vagy esetenként mintadarabon, sőt készterméken végzett konkrét mérés (pl. mechanikai anyagvizsgálati eljárás). Problémája, hogy bármely beállított paraméter megváltoztatása esetén új mérésre van szükség. Különösen anyagtulajdonságok vizsgálatakor a mérési eredményeket véletlenszerű hatások is befolyásolják. Ezek részben a mérőrendszer bizonytalanságaiból, részben az anyag illetve előállítás-technológiája inhomogenitásaiból adódnak, következésképpen a mérés többszöri megismétlése általában más-más eredményre vezet. Ilyen módon a mérési sorozat eredményeinek interpretálása a matematikai statisztika megfelelő eszközeivel és módszereivel lehetséges.
2. A klasszikusnak nevezhető kísérletsorozat külön-külön vizsgálja az egyes paraméterek hatását a kiszemelt jellemzőre, tulajdonságra vonatkozóan. Ez a módszer nagyszámú befolyásoló paraméter esetén igen hosszadalmas és költséges lehet. A mérési sorozatok optimalizálásának, a mérési adatok elemzésének jól bevált módszere a matematikai (modell)függvény-illesztés regresszióanalízis segítségével. A regressziós eljárás alkalmazásának célja azon paraméter-értékek megtalálása, melyek a modellt illetve azon keresztül a fizikai valóságot jellemzik a nem, vagy korlátozottan mért pontokban, paraméter-tartományban is.
3. A kísérlettervezés tulajdonképpen olyan célszerűen „redukált” kísérletsorozat, ahol a "médiüm" viselkedését valamennyi lényeges paraméter (tényező) egyidejű változtatásával vizsgálják és a mérési eredményeket statisztikusan (is) értékelik. Ezen az úton viszonylag rövid idő alatt sok információ nyerhető, az egyes tényezők változtatásának hatása (hatáserőssége) összehasonlítható, a tényezők kölcsönhatásának mértéke, jelentősége becsülhető. Gyakran alkalmazott eset a 2^n faktoros kísérleti terv, melynek során n db befolyásoló tényezőnek csak 2 célszerűen megválasztott szélső értékét állítják be és mérik a „reakciót”. Amennyiben konkrét optimalizálási feladatról is szó van, a kísérlettervezést támogató gradiens-módszer nyújt segítséget a globális vagy lokális „reakció”-optimum (minimum vagy maximum) minél kevesebb lépésben történő eléréséhez.
4. A kísérletsorozat(ok) egyszerűbb megtervezését és/vagy feldolgozását hivatott elősegíteni a dimenzióanalízis, ami feltételezi, hogy a megoldás (a keresett "reakció", a függő változó) a független változók (paraméterek) hatványszorzatának lineáris kombinációjaként állítható elő ill. adható meg. A kiválasztott (lényeges) változók dimenzióit elemezve megállapítható, hogy hány független dimenzió nélküli számot lehet képezni. A Buckingham-féle π -elmélet szerint a várható dimenziótlan csoportok száma a változók számának és az előforduló alapidimenziók számának különbsége. Ezen dimenziótlan számok függvénykapcsolata(i) kevesebb görbén

foglalhatók össze, így áttekinthetőbbé is válik a jelenség leírása. Kevesebb mérés szükséges, mivel a dimenziótlan számokban foglalt változók közül elég csak az egyiket változtatni, miközben maga a (rendszerint tört) szám széles intervallumot befut. A többi változó esetében csak az előfordulható szélső értékek beállítására van szükség.

5. Ha a vizsgált jelenséget, folyamatot befolyásoló változók (paraméterek) mellett ismert a köztük lévő kapcsolat differenciálegyenlet formájában, akkor meg lehet kísérelni annak analitikus megoldását. A térben megfelelően dimenzionált differenciális alakú egyenlet megoldásához (megoldhatóságához) szükség van egyértelműségi (unicitási) feltételek kijelölésére is. Ez a kezdeti és peremfeltételek illetve az értelmezési tartomány megadását jelenti.
6. Ha az analitikus megoldás nem vagy csak igen körülményesen, bonyolultan lehetséges, akkor a számítógéppel igen jól támogatott numerikus megoldások jöhetnek szóba. Ezek ún. diszkretizáláson alapuló módszerek, amelyeknél térben és/vagy időben véges „lépéstávolságokként” (diszkrét részenként) számolnak:

A véges differencia módszer a differenciálegyenletben szereplő differenciálhányadosokat valamilyen alkalmas interpolációs polinom megfelelő differenciálhányadosaival közelíti illetve helyettesíti. Ezáltal a differenciálegyenlet megoldása egy lineáris algebrai egyenletrendszer megoldására vezethető vissza, melyet az ismeretlen (belső) csomóponti függvényértékekre felírt differencia-egyenletek alkotnak. Az egyértelmű megoldás előfeltétele a feladat korrekt kitűzése, az egyértelműségi feltételek megadása. A feladat akkor egyértelmű, ha ezen feltételek kismértékű megváltoztatása esetén a megoldásfüggvény is csak kismértékben változik.

A végeelem módszer (VEM) a véges differencia módszer általánosítása. A vizsgálandó objektumot diszkrét geometriai elemekre (vonal, síkidom, poliéder) bontja. Az elemekre felbontott alakzat képét szemléletesen hálónak nevezik. A hálós felbontásnak kötött szabályai nincsenek, a legtöbb ilyen célú számítógépi program ezt automatikusan elvégzi. Az egyes elemek csomópontokban érintkeznek, az objektum csomópontjain terhelések vagy kényszerek hatnak. A megadott feltételekből kiindulva, alkalmas matematikai eszközökkel meghatározható az objektum belsejében lévő csomópontok viselkedése. A terhelés alatt erő, hőmérséklet, elektromos potenciál stb. értendők. A kényszerek lehetnek megfogások, vagy egyéb kötöttségek. A vizsgált folyamatok lehetnek időben állandósultak, dinamikus jellegűek, vagy tranziens jelenségek. Az ilyen célra kifejlesztett programok, programrendszerek futtatásához definiálni kell a geometriát, az anyag lineáris vagy nemlineáris jellemzőit, a terheléseket, a peremfeltételeket és esetleg azt, hogy a térbeli feladat visszavezethető-e valamilyen egyszerűbbre. Szimmetria

feltételek (geometria, anyag, terhelés, peremfeltétel együttes vonatkozásában) teljesülése esetén elegendő (és gazdaságosabb) az objektum egy kisebb részét vizsgálni. A feladatok jó hatásfokú megoldását és szemléltetését a végeselemes rendszerekbe „épített” grafikus pre- illetve posztprocesszálas segíti elő. Ehhez illetve a számításokhoz azonban nagy mennyiségű adathalmazt kell előkészíteni illetve ellenőrizni, továbbá a kapott végeredményeket reprezentáló számhalmaz olyan megjelenítésének megszervezése szükséges, amelynek révén a számítás gyorsan és megbízhatóan értékelhető.

A peremelem módszernél az előzőhöz képest valamennyi — a test belsejében értelmezett — csomópont hiányzik. Fontos, hogy az adott feladatra létezzen a tartomány belső pontjaiban teljesülő analitikus megoldás. Előnye, hogy végtelen tartományokat, továbbá szingularitásokat (pl. folytonossági hiányok környezetét) egyszerűbben lehet segítségével vizsgálni.

7. Hasonlósági modellezéssel lehetővé válik, hogy kísérlettel „oldják meg” a differenciálegyenletet. Ehhez szükség van eltérő adatokkal, de ugyanazzal a differenciálegyenlettel leírható másik „jelenség” vizsgálatára is. Ha a két jelenség hasonló, akkor az egyik változói kifejezhetők a másikkal. Az így kapott változókkal felírt differenciálegyenlet és az eredeti differenciálegyenlet azonosságának feltételezéséből invariáns dimenziótlan számok származtathatók. Amennyiben az egyértelműségi feltételek is megfelelnek egymásnak, azaz a hasonlósági kritériumok számértéke egyenlő, a két jelenség a hasonló jelenségek csoportjába tartozónak tekinthető. Hasonló jelenségek esetében az invariánsokhoz tartozó változók hatványszorzata megegyezik. Az egyenlet ezután dimenzióanalízisnek megfelelő kísérletsorozattal megoldható. Elegendő csak a dimenziótlan invariáns értékét változtatni bármely benne szereplő változó módosításaival és általában nem szükséges a többi változó értékét is variálni.
8. Analógia alkalmazásakor olyan jelenséget keresnek, amelyet megfelelően tudnak mérni, és így a mérési eredményekből az eredeti jelenséget leíró megoldás kapható. Szükséges, hogy az adott és a mérhető jelenség hasonló legyen. Megfelelően kiválasztva az egyértelműségi feltételeket, a mérhető jelenség kimérése megadja az eredeti jelenség egyenletének megoldását minden olyan esetre, amikor az egymásnak megfelelő dimenziótlan számok megegyeznek. Legkényelmesebb és legpontosabb mérést biztosít, sőt talán a legelterjedtebb a villamos analógia, amelynél ellenállásokból (R), kapacitásokból (C) és induktivitásokból (L) összeépített modell (analóg számítógép) által produkált jelek (extenzív és intenzív jellemzők ill. változásaik) méréséből megfelelő transzformációval az eredeti egyenlet megoldásához lehet jutni. A peremfeltételek könnyen változtathatók, a megoldás igen rövid idő alatt leolvasható. Gyakori, hogy a megoldást diagram alakjában, oszcilloszkóp képernyőn vagy

nyomtatón jelenítik meg. Megjegyzendő, hogy ezen módszer alkalmazása a nagy teljesítményű digitális számítógépek és szimulációs programok megjelenésével erősen háttérbe szorult.

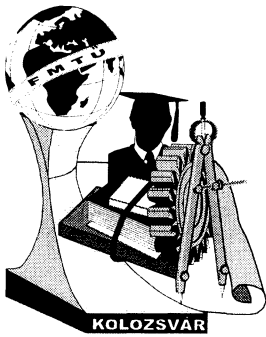
A fenti empirikus és elméleti feladat-megoldási módszerek, eljárások közül nem lehet kizárni illetve nem is lehet univerzálissá kikiáltani egyetlen megoldást sem, hiszen bizonyos szituációkban mindegyik alkalmazhatóságát mérlegelni kell, vagy akár többet kombináltan „egymással ötvözve” célszerű használni.

Irodalom

- [1] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Bevezetés az anyagtechnológiák informatikájába*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2006
- [2] Szűcs Ervin: *Hasonlóság és modell*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [3] Kemény Sándor - Deák András: *Mérések tervezése és eredményeik kiértékelése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990
- [4] Főszerkesztő: Szabó Imre: *Gépészeti rendszertechnika*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
- [5] M. A. Mihejev: *A hőátadás gyakorlati számításának alapjai* Tankönyvkiadó, Budapest, 1987
- [6] E. A. Metzbower: *Penetration Depth in Laser Beam Welding*. Welding Journal, August 1993, p. 403-407.
- [7] Palotás Béla - Borhy István: *Hegesztési folyamatok matematikai modellezése*. Hegesztéstechnika, VII. évfolyam, 1996/2
- [8] M. Gergely - S. Somogyi - T. Réti - T. Konkoly: *Computerized Properties Prediction and Technology Planning in Heat Treatment of Steels*. ASM Handbook, Volume 4, Heat Treating, ASM International, USA, 1991.
- [9] Váradi Károly: *A CAD numerikus módszerei*. BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 1989
- [10] Párczelt István: *A végeelem módszer szerepe a gépészmérnök munkájában*. Gép XXXVIII. évfolyam, 1986. 7. szám, Július, 254-257. o.
- [11] Balla Mihály: *Kétdimenziós stacionárius és tranziens hővezetési feladatok megoldása végeelemes módszerrel*. Gép XXXIX. évfolyam, 1987. 6. szám, Június, 212-216. o.
- [12] Erwin Kreyszig: *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sons, Inc., 1993

Dr. Bagyinszki Gyula, főiskolai tanár
 BMF, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai
 Mérnöki Kar, Anyag és Alakítástechnológiai
 Szakcsoport, Budapest 1081 Népszínház u. 8.
 tel: (+36-1) 666-5304; fax: +36-(06)-1-666-5494
 bagyinszki.gyula@bgk.bmf.hu;

Dr. Bitay Enikő, tudományos főkutató
 Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kutatóintézet
 Ro-400009 Kolozsvár, Jókai / Napoca u. 2-4.
 tel, fax: (+40) 264-595-176
 bitay@eme.ro



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS AZ IPARBAN

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

Nowadays we often encounter different or even strange applications of the Rapid Prototyping Technologies (RPT), starting from industrial to the medical ones.

The present work is presenting shortly some industrial applications among important.

Összefoglalás

Napjainkban gyakran találkozunk a gyors prototípusgyártási technológiák különböző, néha egészen furcsa alkalmazásaival, megkezdve az ipariakkal s végezve az orvostudomány beliekkkel.

Ezen dolgozat pedig a jelentősebb ipari alkalmazások közül mutat be egy párat egészen röviden.

Bevezetés

Az utóbbi időben a látványos fejlődések szemtanúi vagyunk minden téren. Ez a folyamatos kutatásoknak és fejlesztéseknek a következménye.

Ez nagyon is igaz a műszaki tudományok terén, amelyet a számítástechnika, a nanotechnológiák, nagy hatékonyságú megmunkálási eljárások, vagyis egyszóval a csúcstechnológiák támasztanak alá. S ezek pedig mai rohanó életünket hivatottak kiszolgálni.

Mindez elmondható a gyors prototípusgyártásról (Rapid Prototyping, RP) is, mint csúcstechnológiáról.

Ezek szerint a gyors prototípusgyártás fejlesztése és tökéletesítése terén az utóbbi időben elért eredményeknek köszönhetően, ma már ezen eljárások egészen széles felhasználásnak örvendenek.

Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy ezen felhasználások nagyon érdekesek s látványosak, több helyen is forradalmasítva a különböző eljárásokat. Így ezen eljárások, a velük készített modelleken keresztül, az elgondolás bemutatása s a különböző tesztelések mellet jelentős szerepet töltenek be a különböző szerszámok, úgy, mint a *merev* - hagyományos szerszámok (öntöminták s formák, illetve magok, matricák, elektroeróziós elektródák), valamint a *flexibilis* szerszámok (matricák) kivitelezésében, illetve az orvostudományban s gyógyászatban is.

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

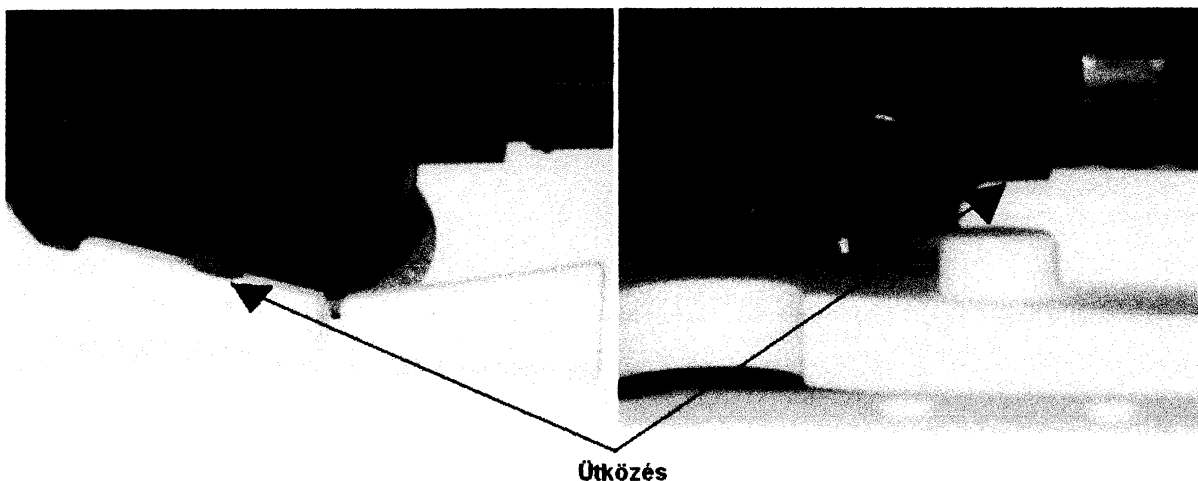
A gyors prototípusgyártás ipari alkalmazása

Nyugodtan kijelenthető, hogy a gyors prototípusgyártás (egyek szerzők szerint gyors prototipizálás) legfontosabb alkalmazása az ipari. Ugyanakkor ennek az alkalmazásnak köszönheti látványos fejlődését is. Ez annak is tudható be, hogy egyúttal, a gyors prototípusgyártás villámgyors termékfejlesztésnek az egyik, talán legfontosabb, eszköze, s ez utóbbi pedig egy olyan eszköz, amely a időbeni piacon való megjelenésén keresztül a cégek fennmaradását illetve versenyképességét biztosítja. Mint már említődött, a gyors prototípusgyártásnak több ipari alkalmazása is van. S ezek tulajdonképpen fő részben a gyors prototípus-modelleken (ezen eljárások terméke) keresztül valósulnak meg.

A következőkben pedig egy pár ilyen alkalmazás kerül bemutatásra a teljesség igénye nélkül, a hagyományos termékfejlesztés és kivitelezés útját-módját követve.

Termékmegjelenítés

Mint ismeretes egy új termék kifejlesztésekor a szükséges változtatásokat minél korábban, még a termék kigondolásának és véglegesítésének szakaszában kell elvégezni. Ezt könnyíti meg a gyors prototípus-modell, mint egy tapintható modell, amin különböző tesztek végezhetőek, mint például funkcionális, szerelhetőségi, megmunkálhatósági. Ilyen eset áll fenn például egy automatizált szerelősor munkaállomásainak a tervezésekor, amikor a termék és a készülék egymáshoz viszonyított helyzetét kell vizsgálni. Az 1. ábrán pont egy ilyenkor észrevevődő,

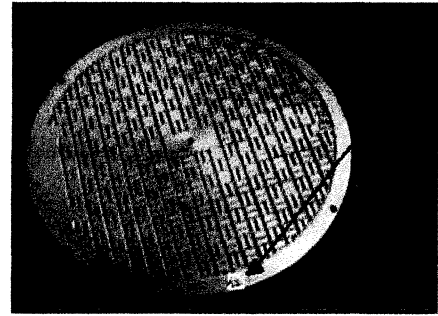


1. ábra. A kiküszöbölendő hiba

kiküszöbölendő hiba kerül bemutatásra.

Öntészet

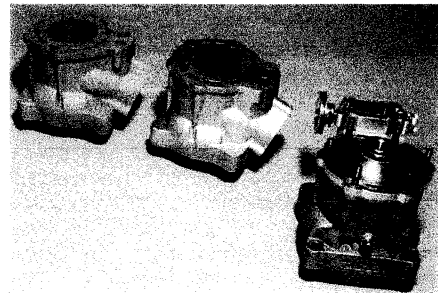
Ezen technológiai eljárások esetén a gyors prototípus-modellek alkalmazhatóak a különböző modellek, magok s formák kialakítására. Sajátos eset a 2. ábrán látható hibrid modellé, amely esetben maga a nagy modell öntött acélból készül, s egy kis részlete, a gyártó logója, a gyors prototípus-modell. Más esetben a formát, például a héjformát, gyártják speciális kifejlesztésű gyors prototípusgyártással, mint amilyen például a *Direct Shell Production Casting (DSPC)* eljárás. Ezen eljárással gyártott alkatrészek láthatóak a 3. ábrán.



2. ábra. Hibrid modell

Forgácsolás

Ezen esetek túlnyomó többségében a másoló megmunkálásoknál mint sablonok kerülnek felhasználásra a gyors prototípusmodellek. Ezen alkalmazásokat korlátozza a gyors prototípusmodellek még elég gyatra minősége, mint pontosság valamint felületi keménység.



3. ábra. DSPC darab

Flexibilis szerszámok műanyag-megmunkálásra

Napjainkban több módszer is létezik a gyors prototípus modellek illetve a gyors prototípusgyártási eljárások használatára a műanyag-megmunkáló szerszámok (matricák) kivitelezésére. Legtöbb esetben a gyors prototípusmodellt a matricaeleg kialakítására használják, mint modellt. De léteznek speciális kifejlesztésű gyors prototípusgyártási eljárások direkt matricagyártásra, mint amilyen a D-M-E cég által kifejlesztett *MoldFusion™ 3D Metal Printing*. A 4. ábrán ilyen módszerrel gyártott matricaelem látható, míg az 5. ábrán *MoldFusion* matricában fröccsöntött darab.

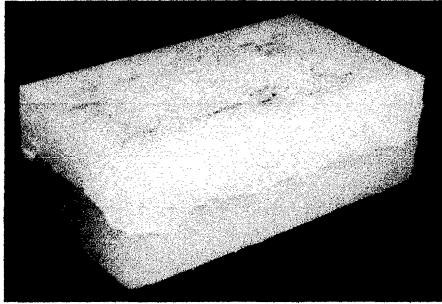


4. ábra. MoldFusion matricaelem

Ugyanakkor gyors prototípusgyártási eljárással kivitelezhető a szó szoros értelmében vett flexibilis matrica is, lásd a 6. ábrát, amely szilikon gumiból készül és kisszériás gyártásra is alkalmas.



5. ábra. Fröccsöntött darab



6. ábra. Szilikon gumi matrica

Elektroeróziós elektródagyártás

Mint ahogy az elektroerózióval megmunkálандó matricáüregek nagyon komplex felületűek, napjainkban már a használatos elektródákat is a gyors prototípusgyártás igénybevételével gyártják. Leginkább használatos a gyors prototípus-modell rézzel való bevonása elektrolitikus úton. De szokványos a réz *metal-spray*-el való felvitele is, valamint az öntés is a gyors prototípus-modellel készített formába. A grafit elektródákat

pedig a gyors prototípusmodellel kialakított üregben szinterelik.

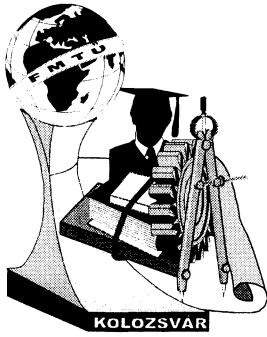
Összefoglaló

Mint a dolgozatban bemutatottakból kitűnik, a gyors prototípusgyártásnak nagyon sok alkalmazási területe létezik. De azt is meg kell jegyezni, hogy ezek ugyanakkor állandó bővülésben is vannak, mivel az eljárások nap mint nap fejlődnek, tökéletesednek.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *Hybrid Patterns - Application of Rapid prototyping Models*, Annals of MTeM for 2003 & Proceedings of the 6th Modern Technologies in Manufacturing, Technical University of Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, Romania, 2nd - 4th October 2003, 15 – 18 old, ISBN 973-656-490-8
- [2] BĂCILĂ, C. G., BAKI-HARI, Z.G., *Mold Tooling via Rapid Tooling*, Proceedings of the International Conference on Manufacturing Systems ICMS 2004, University Politehnica of Bucharest, Machines and Production Systems Department, Bucharest, Romania, 7 - 8 October 2004, 493 – 4996 old, Editura Academiei Române, ISBN 973-27-1102-7
- [3] BĂLC, N., *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-35-1130-7
- [4] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7
- [5] <http://www.dmeeu.com>

BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus
 Cím: 400169, Kolozsvár, Miron Costin utca, 19 szám, ROMANIA
 Tel: +40-264-434 706 Mobil: +40-723-206 415
 E-mail: bakihari@eme.ro



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ULTRAKAPACITÁSOK TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA; MÉRT ÉS SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK

Balázs Gergely György, Szentmiklóssy Balázs, Kerekes Sándor

Abstract

Ultracapacitor is a new, special electrical energy storage device, also known as supercapacitor, or double layer capacitor. Due to a new technology used in the ultracap, its capacitance reaches several thousand farads. In addition ultracapacitors offer high power density, extremely high cycle life, very low internal resistance, and low charge/discharge time; compared with the rechargeable batteries. On the other hand, these possess low energy density, and self discharge. These features allow using the ultracapacitor in long term, and direct current applications, for example in electric drives, but limited by the negatives.

The features of the ultracapacitor are mentioned, than the measurement method and the results are presented, finally the simulation is shown in this paper.

Összefoglalás

Az ultrakapacitás egy új, speciális energiatároló egység, melynek kapacitása elérheti a több ezer farados értéket, köszönhetően az alkalmazott új technológiának. Ráadásul az ultrakapacitás –összehasonlítva az akkumulátorokkal– igen magas teljesítménysűrűséggel, magas ciklusszámmal, nagyon alacsony belső ellenállással, és rövid töltés/kisütési idővel rendelkezik. Mindezek ellenére alacsony az energiatároló képessége. Az ultrakapacitás tulajdonságai lehetővé teszik ezen energiatároló egység alkalmazását hosszú idejű, egyenáramú rendszerekben; melynek a negatív tulajdonságai szabnak határt.

A dolgozatban először az ultrakapacitás tulajdonságait mutatjuk be, majd a mérések menetét és a mért értékeket, végül a szimulációs eredmények kerülnek tárgyalásra.

1. Bevezetés

Az ultrakapacitás egy új technológiával előállított elektromos energia tároló egység. Kapacitása elérheti a 8000F-os értéket is, míg egy cella feszültsége maximum 3V. Gyorsabb töltést/kisütést lehet elérni az ultrakapacitásokkal, illetve átlagosan tízszer nagyobb teljesítménysűrűséggel (W/kg) rendelkeznek, mint a széles körben primer energiatároló egységként alkalmazott akkumulátor. A hagyományos kondenzátoroknál jóval több energia tárolására alkalmas, energiasűrűsége (Wh/kg) akár 100-szor nagyobb is lehet. A felsorolt tulajdonságai miatt az ultrakapacitás azt a szakadékot kívánja áthidalni, ami a fajlagos teljesítmény, és az energiatároló képesség szerint alakult ki a hagyományos kondenzátorok, és az akkumulátorok között (1. táblázat).

Tulajdonságok	Ólom-sav akkumulátor	Ultra- kapacitás	"Hagyományos" kondenzátor
Töltési idő	1 - 5 óra	0 - 30 sec	$10^{-3} - 10^{-6}$ sec
Kisütési idő	0.3 - 3 óra	0.3 - 30 sec	$10^{-3} - 10^{-6}$ sec
Fajlagos energia (Wh/kg)	10 - 100	1 - 10	0.1
Ciklusszám	1000	>500 000	>500 000
Fajlagos teljesítmény (W/kg)	<1000	<10 000	<100 000
Töltés/kisütés hatásfok	0.7 - 0.85	0.85 - 0.98	>0.95

1. táblázat. Az ultrakapacitás elhelyezkedése az elektromos energia tároló egységek között

Az ultrakapacitások az alkalmazások nagy részében nem elsődleges energiatároló egységek, hanem akkumulátorok, napelemek, tüzelőanyagcellák mellett elhelyezkedő másodlagos energiatárolók; az így kapott kombinált rendszer tulajdonságai jelentősen feljavulnak, mint például a hatásfok, élettartam, vagy az energiatároló képesség.

A vizsgálataink elsősorban arra irányultak, hogy az ultrakapacitást milyen módon lehet alkalmazni primer energiatároló egységként. Így először a tulajdonságaival kellett megismerkedni, majd méréseket végeztünk, végül a kisütést szimuláltuk. A dolgozatban munkánk egy része kerül röviden bemutatásra.

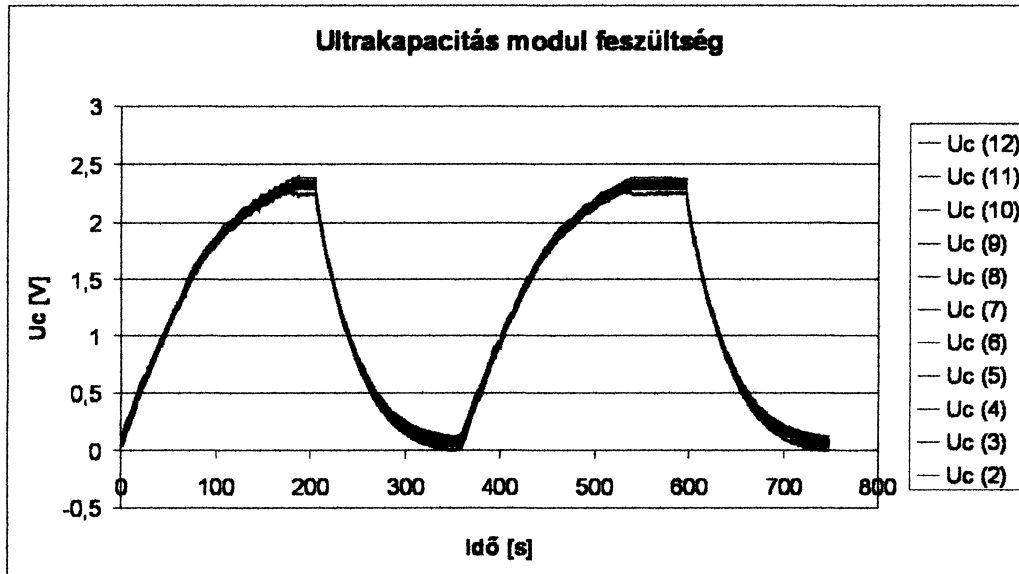
2. Ultrakapacitás tulajdonságai

Röviden azokat a tulajdonságokat mutatjuk be, amelyek elősegítik, vagy gátolják az ultrakapacitások alkalmazását villamos rendszerekben primer energiatároló egységként (zárójelben az általunk vizsgált EPCOS ultrakapacitás katalógusértékei láthatók): kis soros belső ellenállás ($300\mu\Omega$), nagy teljesítménysűrűség ($2,9\text{kW/kg}$), magas ciklusszám (500000), alacsony energiasűrűség ($3,6\text{Wh/kg}$), nagy áramú és gyors töltése/kisütése lehetséges, kis önkisülés [1].

3. Ultrakapacitás mérések

Az ultrakapacitás tulajdonságainak minél közelebből való megismerése érdekében méréseket végeztünk, amellyel különböző paramétereit vizsgáltuk. A méréseket 12 db EPCOS típusú, egyenként 3600F-os, 2,5V cellafeszültségű sorba kötött modulon végeztük. Méréseink során többször feltöltöttük, majd kisütöttük a kondenzátorokat, közben az áram- és feszültségértékeket vizsgáltuk. A feltöltés során nem alkalmaztunk kiegyenlítő láncot, de így is jól látható az egyes kondenzátorok

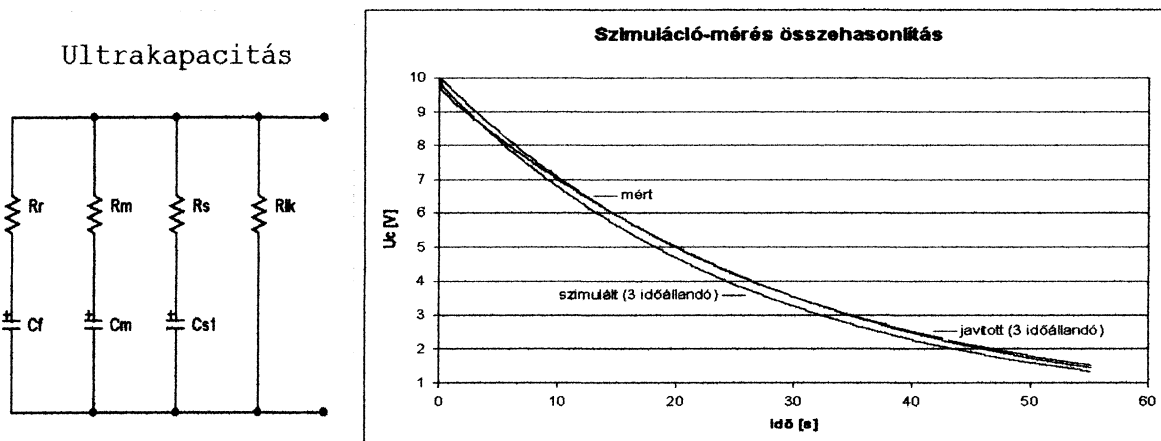
feszültségének együtt futása, a legnagyobb különbség is 0,17V. A vizsgált EPCOS modult egy év alatt pár ezerszer töltöttük fel és sűtöttük ki, ezek után sem változtak jelentősen a kondenzátorok paraméterei. (1. ábra).



1. ábra. 12 kondenzátorból álló ultrakapacitás modul feszültsége két töltés/kisűtés periódus alatt

4. Szimuláció

A szakirodalomban több ultrakapacitás helyettesítő kapcsolás található. A kisűtés szimulációjának elvégzésére a Maxwell Technologies cég által ajánlott 3 időállandóval rendelkező helyettesítő képet [2] vettük alapul, amelyet PSpice szimulációs programba vittünk be, a kisűtést modellező helyettesítő kapcsolással együtt. A mért értékektől való eltérése miatt az egyes paraméterek megváltoztatásával jutottunk az általunk használt „javított (3 időállandós)” modellhez, amely a mérésben felhasznált EPCOS kapacitásokból álló modulra érvényes.



2. ábra. A felhasznált 3 időállandós ultrakapacitás modell; a mért és a szimulációs eredmények összehasonlítása

5. Következtetések / Összefoglaló

A cikkben az ultrakapacitás primer energiatárolóként való alkalmazhatóságát vizsgáltuk, tulajdonságainak bemutatásával, mérések elvégzésével, illetve szimulációval. Kiderült, hogy kiegyenlítő lánc alkalmazása nélkül, pár ezer ciklus után is együtt mozognak a modulban lévő ultrakapacitások feszültség értékei. Vizsgálatainkhoz olyan modellt kellett alkotni, amellyel a rendszert minél pontosabban tudjuk szimulálni. Újabb feladatot jelent a későbbiek során a szimulációt az egész ciklusra, illetve más alkalmazásokra elvégezni.

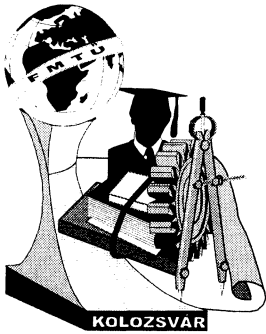
Irodalom

- [1] S.Kerekes, B.Szentmiklóssy: „*Ultrakapacitású kondenzátorok gyors karrierje az energiatárolás területén*” Elektrotechnika, pp.3-5, Nov. 2006
- [2] J.M.Miller, J-N-J Miller, P.J.McCleer, M.Cohen: „*Ultracapacitors as Energy Buffers in a Multiple Zone electrical Distribution System*” www.maxwell.com.
- [3] S. Buller, E. Karden, D. Kok, R.W. De Doncker: „*Modelling the Dynamic Behaviour of Supercapacitor Using Impedance Spectroscopy*” IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 38, pp.1622-1626, 2002.

Balázs Gergely György, M.Sc. hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-20-3225145
E-mail: ggbalazs@gmail.com

Szentmiklóssy Balázs, Ph.D. hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-70-3385036
E-mail: stbalazs@freemail.hu

Kerekes Sándor, egyetemi adjunktus
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
Telefon: +36-1-4632854
E-mail: kerekes@elektro.get.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

TIMFÖLDKALCINÁLÓ FORGÓKEMENCE HŐENERGETIKAI VIZSGÁLATA

Baranyai Viktor Zsolt, Szűcs István

Abstract

The object of our research work is analyse and mathematical modelling of the material- and heat transport processes in the rotary kiln for calcination of alumina.

The operation's optimum must be fit the following conditions:

- minimizing specific energy utilization;
- minimizing environmental pollution;
- doing equable product quality, corresponding to quality instructions.

The theoretical knowledge of the energetical and chemical processes is indispensable for creating mathematical models.

Összefoglalás

Kutatómunkánk célja a timföldkalcináló kemencékben végbemenő anyag- és hőtranszport folyamatok vizsgálata és matematikai modellezése.

A modell segítségével lehetővé válik a végbemenő folyamatok minél teljesebb megismerése, ezáltal a kemencetüzemeltetés optimumának keresése.

Az üzemeltetési optimumnak több feltételt is ki kell elégítenie:

- energiafelhasználás minimalizálása;
- környezetterhelés minimalizálása;
- termékminőség egyenletessé tétele, a minőségi előírásoknak minél teljesebb megfelelés.

Ezek a célok gyakran egymás rovására valósíthatók meg, az adott körülmények határozzák meg, melyiket mekkora súllyal kell figyelembe venni.

A matematikai modellezéshez elkerülhetetlen a kemencében végbemenő energetikai és kémiai folyamatok elméleti ismerete.

1. Bevezetés

A timföldgyártás folyamatának utolsó technológiai művelete a kalcinálás, amelynek során az alumínium-hidroxid elveszíti a kb. 10 % tapadó és 35 % kötött víztartalmát, ezáltal alkalmassá téve kohászati, kerámiaipari vagy korund célú továbbfelhasználásra. A kalcinálás hagyományos berendezése a forgókemence. Az eltérő megrendelői igények egymástól különböző kalcináltsági fokú termékekkel elégíthetők ki, melyeket erősen eltérő technológiai feltételek alkalmazása mellett állíthatunk elő. Ezek az üzemi körülmények a kemencék hatásfokát és fajlagos energiafelhasználását nagymértékben befolyásolják.

Jelen munkánk célja egy az iparban üzemelő kalcináló forgókemence különböző üzemi állapotaiban tételes anyag- és hőenergia-mérleg felvétele volt. Felmértük a lehetséges energiaveszteségi forrásokat, ezek üzemi körülmények közötti kimérésével vált lehetővé az energiamérleg kiadási oldalának meghatározása

2. Forgó csőkemencék

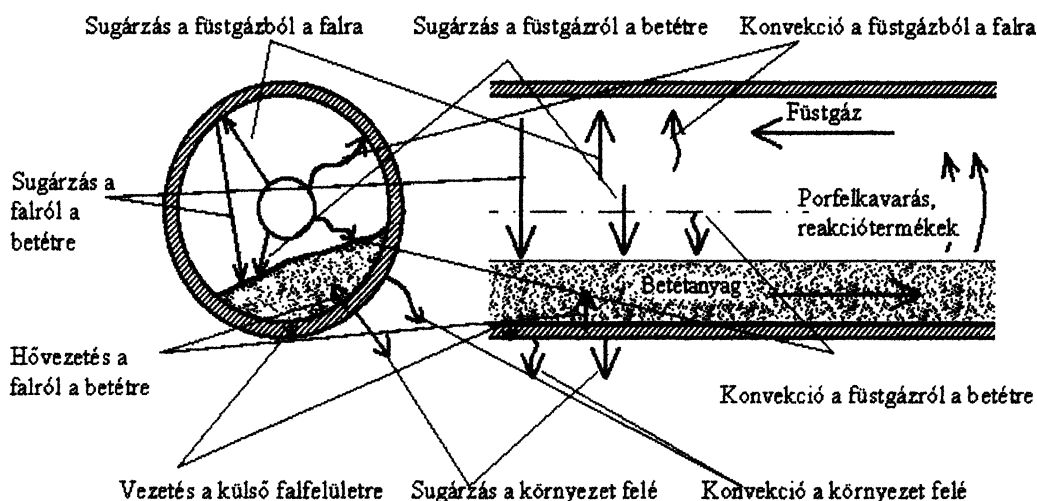
Munkánk során vizsgált és modellezni kívánt berendezések a timföldkalcináló forgó csőkemencék.

A forgókemencék nemcsak a timföldgyártás jól bevált berendezései, hanem széles körben használatosak a szilikátiparban is. Csekély az élőmunka-igénye, nagyfokú az automatizálhatósága, kedvezők a mechanikai tulajdonságai, nincsenek különleges igényei a betétminőséggel szemben, viszonylag kedvezők a hőcsere viszonyai. Ez utóbbi elsősorban az áramló füstgáz, az egyenletes hőmérsékletű falfelület és az állandóan változó betétfelület közötti hőátadásnak köszönhető [2,3].

A forgókemencék 35-100 m hosszú, 2,5-6,0 m átmérőjű, tűzálló falazattal bélelt, kb. 2 %-os lejtésű acélhengerek. A tartó görgőkkel alátámasztott kemencéket fogaskoszorú segítségével 0,6-1,5 fordulat/min. sebességgel forgatják. A betétet a kemence magasabban lévő végén, az úgynevezett hidegoldalon adják fel, a termékeltétel pedig a melegoldalon, a kemence alacsonyabban lévő végén történik. A füstgáz a betéttel ellentétes irányban halad, a tüzelést a melegoldali végen, a füstgázelhuzatot a hidegoldali végen alakítják ki. Az égőt a melegoldali végen helyezik el. A forgókemencék hideg végén elszívott füstgázok portartalma elérheti a feladott betét 50-60 %-át is, melyet több lépcsőben választanak le és visszaadnak a kemencébe. Az állandó forgatásnak és a lejtésnek köszönhetően a betét folyamatosan előrehalad. A betétanyag nem foglalja el a kemence teljes keresztmetszetét, hanem csak egy szegmensét tölti ki. A fennmaradó, anyaghalmoz feletti térrészben a füstgázok áramolnak a betéttel ellentétes irányban. A betét és a füstgázok határfelülete, a betét fedőrétege nem vízszintes, hanem (ahogy az az 1. ábrán látható) a forgatás hatására a vízszintessel valamilyen szöveget zár be.

A tűzálló falazat megválasztásakor nemcsak a termikus igénybevételt kell figyelembe venni, hanem a mechanikai és kémiai hatásoknak is ellenállónak kell lennie. Jellemzően gyűrűt képezve falazzák ki a téglákkal a kemencét. A timföldkalcináló kemencék falazóanyagai magas Al_2O_3 tartalmú, kopásálló téglák. A forgókemencében lejátszódó különböző technológiai folyamatok szakaszokra, zónákra osztják a kemencetestet. Ezek a zónák élesen el nem határolhatók, elmozdulhatnak, egymásba csúszhatnak. A hidegoldalon feladott betét először az előmelegítő (esetleg szárító) zónába lép (ahol a betét elveszíti az összes kötött vizet, kb. 200 °C-ra melegszik fel), onnan továbbhaladva kerül a kalcináló (dehidratációs) zónába (amennyiben a klinkerégető forgókemencéről van szó, akkor itt történik meg a karbonátok termikus disszociációja is). Ezt követi a kemence legnagyobb hőmérsékletű szakasza a zsugorító/izzító zóna, ahol kialakul a betét elérni kívánt ásványi összetétele, morfológiája. Ezen túljutva kerül a betét a hűtőzónába.

A nagyhőmérsékletű zónában a legjellemzőbb hőátadási forma a hőszugárzás (aminek a részesedése az izzító zónában mintegy 90 %), melyet a gázfázis hőmérséklete és sugárzóképesége határozza meg. A betétet közvetlenül a láng és a füstgáz sugárzással hevíti, valamint a füstgáz konvekcióval, közvetve pedig a falazat sugárzással és az anyagréteg alá beforduló falszakasz hővezetéssel. A falazaton hővezetéssel a palástra átvezetett, és onnan a környezetnek konvekcióval vagy sugárzással átadott hőmennyiség képezi a falvesztésüket. A kemence hőátadási folyamatait az 1. ábra szemlélteti [1,2].



1. ábra. Hőátadási folyamatok a forgókemencében

A füstgáz sugárzóképesége általában nagyobb a portartalom következtében, mint amit az összetétel alapján várnánk. Ahhoz, hogy a füstgázok és a kipergő betét által elszállított hőmennyiség okozta veszteséget minimalizáljuk, hőcserélő elemeket kell beépíteni a kemence hideg és meleg végére [3].

2. Az üzemi mérések körülményei

Üzemi méréseinket két alkalommal végeztük. A két időpontban a kemence két szélső üzemi állapotában nyílt lehetőség a kimérések elvégzésére, először egy gyengébben, míg másodszor egy erősen kalcinált timföldtípust állítottak elő, amelynél nem volt filterpor visszaadás.

A mérések időpontjának kiválasztásához figyelembe kellett venni azt is, hogy a kemence üzeme stabil legyen. A kalcinálás paramétereit a 3.1. táblázatban ismertetem.

Az energiamérleg felvételéhez ismerni kell füstgázokkal és a falazaton távozó hő mennyiségét. A füstgázvesztés meghatározásához elkerülhetetlen a füstgázok pontos összetételének ismerete. A kemencébe befújt tüzelőanyag és a feladott hidrát mennyiségének ismeretében kiszámítható egy elméleti füstgázmennyiség és összetétel, melyet a műszeres elemzés eredményeivel korrigálni kell. A füstgázvezetéken két helyen alakítottak ki mérőhelyet, az első és második ciklonpár utáni leszállóvezetéseken.

1. táblázat. Jellemző üzemi körülmények a mérések idején

Mérés	Hidrát feladás t/h	Föld-gáz, Nm ³ /h	Hőmérséklet, °C			Gyártott timföld jellemzője
			T _{por} 1. ciklon	T _{por} 2. ciklon	T _{tim-föld}	
I.	6	465	285	175	117	Kohászati
II.	6,2	485	300	175	117	Erősen kalc.

A füstgázösszetételhordozható füstgázelemző műszerrel mértük. A falvesztés a köpenyhőmérséklet alapján határozható meg.

6. Vizsgálataink eredményei

2. táblázat. Az energiamérleg tételes adatai

		I.		II.	
Bevétel	Tüzelés	15 665 850 kJ/h	94,8%	16 339 650 kJ/h	95,0%
	γ - α átalakulás	306 360 kJ/h	1,9%	316 480 kJ/h	1,8%
	H ₂ O entalpia	71 529 kJ/h	0,4%	73 986 kJ/h	0,4%
	Al(OH) ₃ entalpia	195 480 kJ/h	1,2%	201 996 kJ/h	1,2%
	O ₂ entalpia	55 282 kJ/h	0,3%	51 405 kJ/h	0,3%
	N ₂ entalpia	208 166 kJ/h	1,3%	193 533 kJ/h	1,1%
	CH ₄ entalpia	21 606 kJ/h	0,1%	22 524 kJ/h	0,1%
	összesen	16 524 273 kJ/h	100 %	17 199 574 kJ/h	100 %
Kiadás	Hidrát dissz.	6 393 600 kJ/h	35,1%	6 604 800 kJ/h	31,8%
	Al ₂ O ₃ entalpia	44 880 kJ/h	0,2%	46 784 kJ/h	0,2%
	H ₂ O entalpia	853 658 kJ/h	4,7%	883 896 kJ/h	4,2%
	CO ₂ entalpiája	125 256 kJ/h	0,7%	130 696 kJ/h	0,6%
	O ₂ entalpia	82 348 kJ/h	0,5%	58 548 kJ/h	0,3%
	N ₂ entalpia	850 680 kJ/h	4,7%	790 882 kJ/h	3,8%
	falvesztesség	9 886 306 kJ/h	54,3%	12 328 620 kJ/h	59,3%
	Összesen	18 192 314 kJ/h	100,0%	20 797 924 kJ/h	100,0%
Eltérés	1 668 041	9,1 %	3 598 350	17,3 %	

A mérleg adatait megtekintve elmondható, hogy a kiadási oldal legnagyobb tételei a falvesztesség és a hidrát disszociáció. Megállapítható továbbá, hogy a filterpor visszaadása nélkül ugyanaz a kemence sokkal kedvezőbb füstgázvesztesség-értéket mutat. Nemcsak százalékos, hanem abszolút értelemben is. Mivel a kiadásoknak több, mint felét a falvesztesség teszi ki, a kapott adatok szerint a lehetséges energiamegtakarításokat legcélszerűbb a falvesztesség csökkentése révén elérni. Az II üzemi mérés idején a falvesztesség több, mint 20 %-al nagyobb, mint az I. napon. A falazaton távozó veszteségek csökkentési lehetőségeként merül fel a kemence hőmérsékletének kismértékű csökkentése. Ez azonban nagyobb tartózkodási időt kíván a betéttől, és/vagy a szárító- előmelegítő rendszer jobb hatásfokkal kell az anyagot kalcinálásra előkészíteni. Ehhez a filterszaadás megszüntetése mindenképp szükséges.

Irodalom:

1. Dr Tamás Ferenc: Szilikátipari kézikönyv; Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1982
2. Mihejev, M. A.: A hőátadás gyakorlati számításainak alapjai; Tankönyvkiadó, Budapest, 1990
3. Dr Antal Boza József: Szilikát- és vegyipari kemencék III; Tankönyvkiadó, Budapest, 1982

Dr Szűcs István, egyetemi tanár

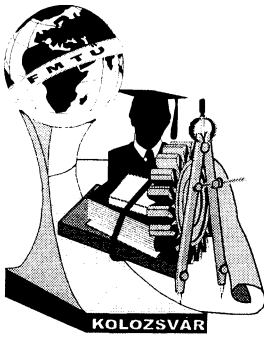
Baranyai Viktor Zsolt, doktorandusz

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46-565-108/ +36-46-431-820

E-mail: tuzsi@uni-miskolc.hu; tuzbvzs@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

NAGY NYOMÁSON ÉS MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN MŰKÖDŐ KÍSÉRLETI REAKTOR TERVEZÉSE

Barányi István, Székelyhidi Elek, Varga Péter

Abstract

The structural design of a high-temperature pressure vessel needs to take into account both the mechanical characteristics of the material and the effects of loads. In order to calculate the rate and the distribution of the mechanical stresses caused by the loads application of a FE calculation analysis required.

Összefoglalás

A nagy nyomáson és magas hőmérsékleten működő nyomástartó edények méretezésénél az anyag szilárdságtani jellemzői mellett a terhelések egyidejű hatását is figyelembe kell venni. A terhelések által keletkező feszültségek nagyságát és eloszlását végelesemes programmal célszerű vizsgálni.

1. Bevezetés

Az MTA Kémiai Kutatóközpont megbízást adott a BMF Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézete részére egy nagy nyomású és magas hőmérsékletű kísérleti reaktor kifejlesztésére. Az reaktor kifejlesztésekor a főfeladat megvalósítása mellett fejlesztési irányelv volt még a kémiai folyamat paramétereinek - a szerződésben rögzített korlátokon belüli - szabad variálhatósága a szakaszos üzemeltetési folyamat alatt, valamint az egyes technológiai paraméterek értékeinek nyomon követhetősége is.

2. A kísérleti reaktor technológiai paramétere

A tervezése során az alábbi paramétereket kellett figyelembe venni:

- tartály térfogata: 2 liter;
- tárolandó közeg: hidrogén;
- maximális nyomásterhelés: 200 bar;
- a reaktorban uralkodó hőmérséklet: 600 °C;
- a reakció nem jár hő fejlődéssel.

3. A kísérleti reaktor konstrukciós tervezési folyamatának bemutatása

A kiinduló adatokból látható, hogy a funkció megvalósításához olyan speciális nyomástartó edény tervezésére volt szükség, mely a közeg, a hőmérséklet és a nyomás együttes terhelését elviseli.

A berendezés alapanyagának kiválasztásakor elsődlegesen a hidrogénnyomásálló acélcsoportot részesítettük előnyben, mivel a tartályban tárolandó hidrogén közeg felületi disszociáció valamint diffúzió útján elbontja az acélban található vaskarbidokat, dekarbonizál és metángáz fejlődik (ez a folyamat nagyobb hőmérsékleten és nyomáson felgyorsul).

A reaktortest fő méreteinek meghatározása az anyag magas hőmérsékletű mechanikai tulajdonságainak figyelembevétel történt. A készülék geometriai kialakításakor a hengeres testet egy félgömb alakú edényfedélhez valamint egy hegtoldatos karimához csatlakoztattuk, az autokláv tetején a lezárásához pedig egy csavarokkal rögzített síkfedelet alkalmaztunk. A reaktor tömítése a nyomás- és hőmérsékletfokozat, valamint a hidrogén közeg miatt kerámia töltésű spiráltömítéssel valósult meg.

4. A reaktor fő méreteinek meghatározása

A kialakított geometria terhelése két összetevőből áll: egyrészt a felületekre ható normális irányú nyomás, másrészt pedig a spiráltömítést előfeszítő erő által okozott hajlítás a karimán.

A méretezés kezdetekor a forgáshéjakat (hengeres és gömbfelület) tisztán membránfeszültségi állapotra méreteztük. Az így kapott falvastagságok viszont a két felület találkozásakor nem megfelelőek, ugyanis az azonos belső nyomásterhelés esetén a hengeres és gömbi rész tágulása különbözik. A tágulások kiegyenlítődése miatt a forgáshéjak kapcsolódásánál járulékos élerők és élnyomatékok jelennek meg, amit a méretezés folyamán figyelembe kellett venni.

A tervezés későbbi szakaszában kiderült, hogy a karima választásakor a tömítőerő hajlító hatását és a magas nyomásból adódó terhelést ezen a hőmérsékleten a szabványos geometriai kialakítású karima nem viseli el, így azt átterveztük. Az áttervezés során a kezdeti méretek felvétele után egy olyan 3 dimenziós végelelemes programot használtunk, amivel a karimán történő geometriai változtatásokat is könnyen analizálni tudjuk.

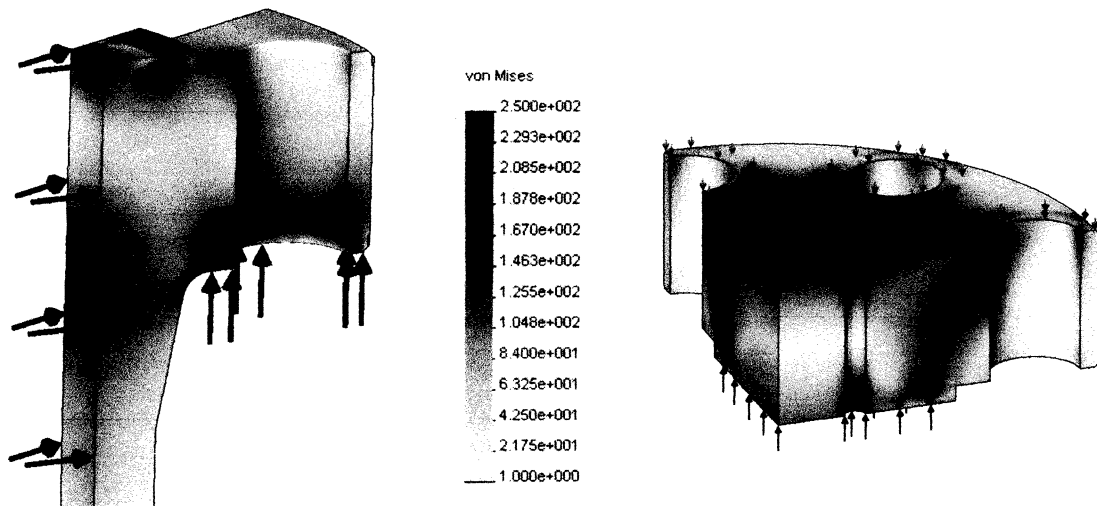
5. A kísérleti reaktortest és fedél végelelemes analízise

A végelelemes modellezéskor a hálózaskor definiált elemszámtól nagymértékben függ a kapott feszültségi kép valóságossága. Modellezéskor a maximális elemszám mellett törekedtünk a kialakítás szimmetriáinak kihasználására, így azonos mennyiségű elemet kisebb térfogaton tudtunk elhelyezni.

A reaktortest modelljének elkészítésekor a forgásszimmetria és a csavarok kiosztása lehetőséget biztosított arra, hogy a nyolc furattal rendelkező karima és a reaktortest teljes modellezése helyett a geometria tizenhatod része kerüljön csak modellezésre. A fedél modelljénél a valós geometria negyede került analízisre, mivel itt az egyik szimmetriasíkban van a két csőtoldal, amelyeken keresztül a tartály nitrogénes öblítését, illetve a hidrogén feltöltést valósítjuk meg.

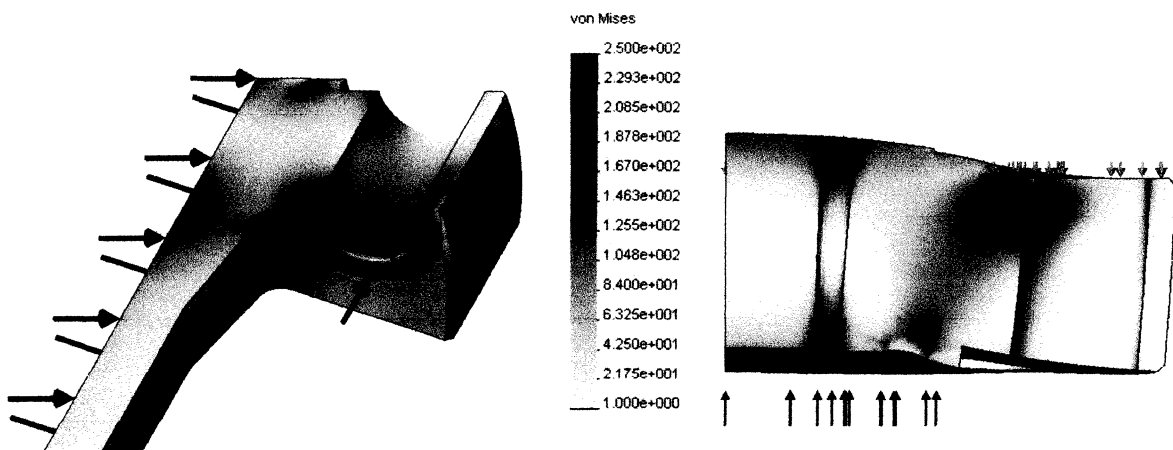
Az elkészített modellen alkalmazott megfogások a mechanikai modell és az anyagi folytonosság figyelembevételével kerültek meghatározásra. A terhelés definiálásakor egyrészt a belső felületeken létrejövő normális irányú belső nyomást, másrészt pedig a fém spiráltömítés előfeszítéséhez

szükséges erőt vettük figyelembe. Az így elkészített analízis feszültségi eredményeit mutatja az 1. ábra.



1. ábra. A reaktortest és a fedél végelemes analízise

A 1. ábrán látható, hogy a reaktortesten és a fedélen a méretezési feszültségnél ($\sigma = 250\text{MPa}$) nagyobb feszültségek is ébrednek. A feszültségek kialakulási helyét szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra. A reaktortesten és a fedélen található feszültségcsúcsok

A 2. ábrán látható, hogy a reaktortesten és a fedélen a megengedett feszültségnél nagyobb csak a modellek két-két részén lépnek fel:

- a karima lekerekítésénél a teljes felületen: ezen feszültség, bár nagyobb, mint a megengedett, de a modellben gyorsan elhal;
- a karimánál az erőbevezetés felületén: az erőbevezetési pontokban, ahol a geometriai modellen éles sarkok található, itt a végelemes programok nem adnak pontos eredményt. Így az itt látható feszültségcsúcs nem jelenik meg a konstrukcióban;

- a fedélen a csőcsatlakozásoknál: a csőcsatlakozás modellezésénél nem került modellezésre a fedél teljes keresztmetszetén áthaladó cső. Ezen cső, mivel a fedélhez hegesztéssel csatlakozik, tovább erősíti a kivágást a sík fedélen;
- a fedélnél a leszorító anya érintkezési felületén: a végeelemes rendszerben ideális kényszerként került definiálásra az anya felülete, így a fedél nem tudott megfelelően deformálódni. Így a valós feszültségtől nagyobb értéket jelez az ábra.

Az analízisekből látható, hogy a geometriai kialakítás a választott megengedett feszültségnek megfelel. A modell feszültségcsúcsai nem számottevők, a reaktor test és a fedél is elviseli a terhelést. A terhelés, bár két összetevőből áll, de a feszültség számottevő hányada a spiráltömítés előfeszítéséből adódik.

6. Következtetések

Az elkészített reaktor a kezdeti tervezési feltételeknek megfelel. Amennyiben a kísérletek az ismertettnél nagyobb nyomásfokozatot igényelnek, úgy a reaktorban a belső nyomás növelését duplikátoros készülékkel valósíthatjuk meg. A szerkezet konstrukciós tervezésével kapott alak és a csatlakozási pontok kialakítása megfelel ezen továbbfejlesztési irányoknak.

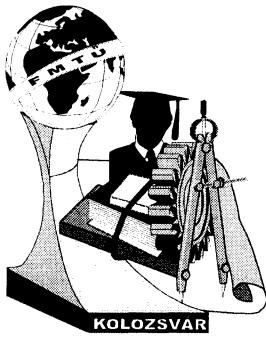
Irodalom

- [1] Nagy, A.: *Determination of the Loosening Coefficient at Large Size Welding Neck Flange Joints*. Periodica Polytechnika. ser. Mech. Eng. 38., 1994, 179-199
- [2] Nagy A.: *Dimensioning of Flange Joints on Leak Tightness Operating at Medium High Temperatures*. Proceedings of First Conference on Mechanical Engineering Technical University of Budapest, 1998, 399-403.

Barányi István, Tanársegéd
 BMF BGK Gépszerkezettani és
 Biztonságtechnikai Intézet
 H-1081, Budapest, Népszínház utca, 8.
 Telefon / Fax: +36-1-6665337
 E-mail: baranyi.istvan@bgk.bmf.hu

Székelyhidi Elek
 Budapesti Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki
 Kar, Gépészeti Eljárás Technika Tanszék
 H-1111, Budapest, Bertalan Lajos u. 4-6
 Tel./Fax: +36-1-4631119
 E-mail: eleksz@vegyelgép.bme.hu

Varga Péter, Intézeti mérnök
 BMF BGK AGI Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport
 H-1081 Budapest, Népszínház utca, 8.
 Telefon / Fax: +36-1-6665386 / +36-1-6665494
 E-mail: varga.peter@bgk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ADOTT SZERKEZETŰ PRÓBATESTEK ELŐÁLLÍTÁSA

Barta István, Kovács Tünde, Borossay Béla

Abstract

The characteristic structural constituents of steels are as follows: ferritic, pearlitic, bainitic, martensitic and spheridised microstructures. In order to clear up the connections between the microstructure and mechanical properties (i.e. local wear resistance) a series of specimens were prepared under experimental conditions with well defined amounts of different microstructural constituents. In the frame of this research work the small specimens with predefined structure were produced by isothermal heat treatments.

Összefoglalás

A szerkezeti acélok jellemző szövetelemei a ferrit, perlit, bénit, martenzit és a szferoidit. Ezek összetétele, szerkezete, és aránya határozza meg a tulajdonságokat. Laboratóriumi körülmények között olyan próbatesteket állítottunk elő, melyek ismert arányban tartalmazzák ezeket a szövetelemeket, így alkalmasak a szerkezet és a tulajdonságok közti összefüggések kutatására. Kistömegű próbatesteket izotermás hőkezelésekkel állítottunk elő.

Célkitűzés

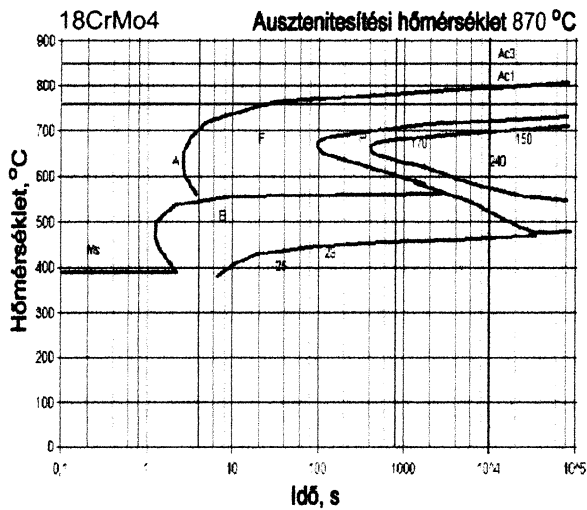
Az anyagszerkezet és a tulajdonságok kapcsolatának kutatása során alapvető igény, hogy ismerjük a vizsgált darabok szerkezetét. Ha a szerkezet függvényében kívánjuk vizsgálni a különböző tulajdonságokat, szükség lesz ismert, adott szerkezetű próbaanyagra. Az acélokban a lehűlés és hevítés közben kialakuló szerkezetek a próbatest teljes térfogatában akkor lesznek elvileg azonosak, ha azonos hőmérsékleten keletkeznek, és a kiinduló szerkezet is azonos. Ennek figyelembevételével állítottuk össze a kísérleti programunkat, mely alapján hipoeutektoidos acélokban ferrit-perlites, bénites, martenzites és szferoidites szerkezeteket állíthatunk elő.

A kísérleti anyag és program

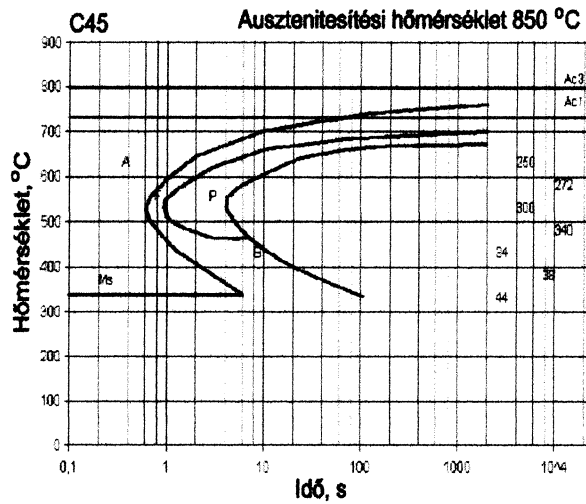
Háromféle acélt választottunk. Az „A” jelű betétedzésű krómmal ötvözött (18CrMo4), a „B” jelű ötvözetlen nemesíthető (C45), a „C” pedig nemesíthető krómmal ötvözött (41CrS4) volt. Az „A” és „C” jelű anyag króm tartalma, valamint a „B” és „C” jelű anyag karbon tartalma gyakorlatilag megegyezett.

A darabokat ausztenitesítést követően gyorsan különböző izotermákra hűtve hően tartottuk. A hőmérsékleteket úgy választottuk meg, hogy valamennyi acélból 3-3 ferrit-perlites, 1 bénites, és 3 martenzites szerkezetű próbatest keletkezzen. A martenzitesek közül 2-2 próbatestet megeresztettünk. A hőtartási időket az egyes acélok izotermás átalakulási diagramjából határoztuk meg. Az 1...3

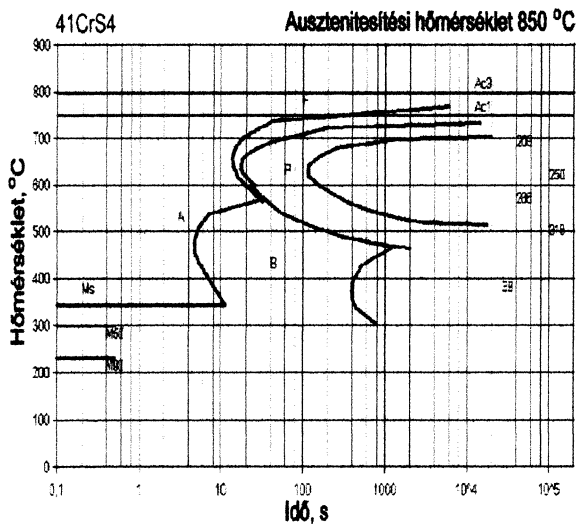
ábrákon az acélok izotermás hűtésre vonatkozó átalakulási diagramjai láthatók. [1] A diagramok alapján összeállított kísérleti programot a 4. ábra mutatja.



1. ábra. A 18CrMo4 jelű acél átalakulási diagrammja



2. ábra. A C45 jelű acél átalakulási diagrammja



3. ábra. A 41CrMo4 jelű acél átalakulási diagrammja

Jel	Izotermás hűtés [°C] / [min]			Megeesztés [°C] / [min]	Szövet
	18CrMo6	C45	41CrS4		
1	700 / 180	700 / 180	700 / 180		F+P
2	640 / 10	620 / 1	640 / 10		F+P
3	580 / 60	530 / 1	580 / 60		F+P
4	410 / 2	410 / 2	410 / 10		B
5	20	20	20		M
6	20	20	20	690 / 60	Sz
7	20	20	20	470 / 60	Sz

4. ábra. A kísérleti program

A hőkezelések technikája

Az ausztenítést kamrás laborkemencében (850-870°C), az izotermás hűtést alumíniumfürdőben (700°C), ólomfürdőben (410-640°C) és vízben (20°C), a megeesztést alumíniumfürdőben (690°C) és ólomfürdőben (470°C) végeztük.

Az izotermás hőkezelés alapja a pontos hőmérsékletszabályozás. Ennek érdekében a téglykemencére, melyben az ólomfürdős hűtést végeztük, direkt szabályozást alkalmaztunk. A tápfeszültséget toroid transzformátor segítségével állítottuk be úgy, hogy az állandó fűtőteljesítmény direkt módon a kívánt hőmérsékletet pontosan megtartsa. A hőmérsékletet két pontban mértük. Az egyik termoelem az

ólomfürdő hőmérsékletét, a másik pedig a kemence falhőmérsékletét mérte. A két különböző mért pont a toroid könnyebb beállítását tette lehetővé. A falhőmérséklet változását ugyanis az olvadék hőmérséklete késéssel követi, így mielőtt az ólomfürdő hőmérséklete elérné és túlszaladna a kívánt értéken, már változtatni tudunk a tápfeszültségen.

Az alumíniumfürdőt kamrás kemencében állítottuk elő. A kamrás kemence beépített szabályozással rendelkezett, mely megfelelő pontossággal tette lehetővé az állandó hőmérséklet tartását.

A gyorsan átalakuló anyag esetében a próbatest áthelyezésére kevesebb mint 1 s állt rendelkezésre, ennek megfelelően az izotermás fürdőket közvetlenül az ausztenitesítő kemence ajtajánál kellett elhelyezni. A próbatest áthelyezésekor a fürdő hőmérsékletváltozásával nem kellett számolnunk, mert a próbatest tömege az olvadék tömegéhez képest elhanyagolható volt, ezért a fürdő hőmérsékletét nem befolyásolta. A hőtadás a fémolvadék és az acélminta között nagyon kedvező.

A hőkezelések sikerének ellenőrzése

Valamennyi darabon keménységmérést, és szövetszerkezet vizsgálatot végeztünk.

A keménységmérés eredményeit az átalakulási diagramokban megadott adatokkal vetettük össze. Az egyes darabok keménységét az 5. ábra mutatja.

A hagyományos metallográfiai vizsgálatok során kiderült, hogy a 700 °C-os izotermán az ötvözött anyagoknál a viszonylag hosszú hőtartási idő hatására szemcsés szerkezet jött létre. A C45 jelű anyag szövete részben szemcsésedett. A „2” és „3” jelű próbatestek szövete a ferrit mellett lemezes perlitet tartalmazott. A „4” jelű próbatestek szövete jellegzetes bénites, az „5”, „6”, „7” jelű lehülés után jellegzetes martenzites képet mutatott.

A két különböző hőmérsékleten létrehozott ferrit-perlites illetve szferoidites szerkezetek eltéréseit scanning elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. A próbatesteket hagyományos metallográfiai úton készítettük elő, és kihasználtuk, hogy az elektronmikroszkóp felbontóképessége egy nagyságrenddel kedvezőbb, mint a fénymikroszkópé. A perlites szerkezeteknél a perlit átlagos lemezvastagságát határoztuk meg. A szferoidites szöveteket a területegységre jutó karbidszemcsék számával jellemeztük. A mérési eredmények a várakozásnak megfelelően bizonyították, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten keletkező, és a karbidképző ötvözöt tartalmazó anyagok perlitjei finomabb szerkezetűek. Az ötvözött anyagok szferoiditjeiben alig volt mérhető a karbidszemcsék méretének különbözősége, a C45 jelű anyagnál viszont a magasabb hőmérsékleten keletkező szferoidit nagyobb karbidszemcséket tartalmazott. A C45 jelű anyag jellegzetes szövetszerkezeteit a 6...10. ábrán mutatjuk be. A felvételek 10.000-szeres nagyításban készültek.

Összefoglalás, következtetések

Három különböző összetételű acélban azonos jellegű szövetszerkezeteket hoztunk létre izotermás körülmények között. A hőkezelési paramétereket az átalakulási diagramok alapján határoztuk meg. A próbatest méretét annak megfelelően választottuk meg, hogy a leggyorsabban átalakuló anyag

leglassabban lehűlő részén se történjen átalakulás az izotermára való lehűlés előtt. A hőkezelés sikerét a felületen mért keménység és az irodalmi adatok összevetésével, valamint metallográfiai vizsgálatokkal ellenőriztük. Az azonos jellegű, de különböző hőmérsékleten létrehozott szerkezetek különbségeit elektronmikroszkópos vizsgálattal igazoltuk. A próbatestek felhasználásával eddig a kopási folyamat és a szövetszerkezet összefüggésének vizsgálatára került sor. A továbbiakban a térfogat alakító és forgácsoló technológiákra való alkalmasság, és a szövetszerkezet kapcsolatát kívánjuk vizsgálni. Számszerűsíthető eredmények megállapításához szükséges a szövetszerkezetek kvantitatív metallográfiai eszközökkel történő leírása is.

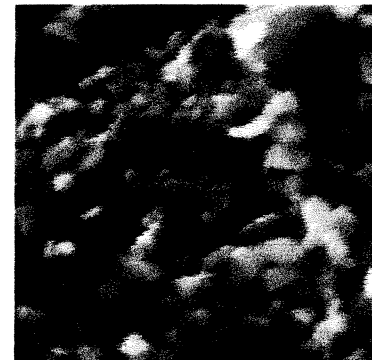
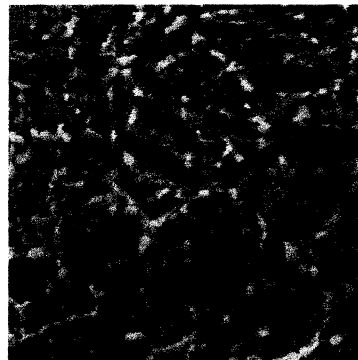
Jel	Keménység, HV		
	18CrMo6	C45	41CrS4
1	171	185	223
2	182	230	250
3	201	262	286
4	240	340	366
5	425	720	680
6	240	239	277
7	348	362	396



5. ábra. A hőkezelés utáni keménységek

6. ábra. A C45 jelű anyag 700 °C-on keletkezett szövete

7. ábra. A C45 jelű anyag 620 °C-on keletkezett perlitje



8. ábra. A C45 jelű anyag 530 °C-on keletkezett perlitje

9. ábra. A C45 jelű anyag 470 °C-on keletkezett szferoiditje

10. ábra. A C45 jelű anyag 690 °C-on keletkezett szferoiditje

Irodalom:

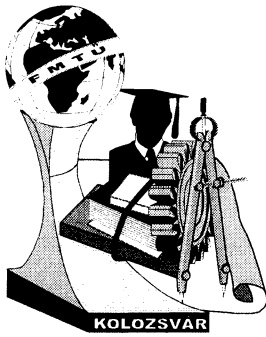
[1] <http://www.saarstahl.com/deutsch/produkte/walzstahlsorten> 2007-02-28

Barta István főiskolai hallgató barta_i@freemail.hu +36204759875

Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D. hallgató, kovacs.tunde@bgk.bmf.hu +3616665327

Borossay Béla okl. kohómérnök, mérnök-közgazdász, borossay.bela@bgk.bmf.hu +3616665383

BMF Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

3D PERIODIKUS SEJTRENDSZEREK TOPOLÓGIAI JELLEMZÉSE

Bitay Enikő, Réti Tamás

Abstract

Combinatorial properties of 3D space filling cellular system are investigated. By introducing new topological shape indices a possible classification of periodic cellular systems is proposed. It is demonstrated that using topological shape factors called asymmetry (Λ) and consistency (RE), space-filling, triply periodic cellular systems of different topological structure can be classified.

Összefoglaló

Három-dimenziós térkitöltő celluláris rendszerek kombinatorikus tulajdonságait vizsgáltuk. Új típusú topológiai alaktényezők bevezetését követően kísérletet tettünk a 3D periodikus celluláris rendszerek egy lehetséges osztályozására. Megmutattuk, hogy két topológiai alaktényező az ún. aszimmetria együtthatható és a konzisztencia együtthatható felhasználásával a különböző strukturájú celluláris rendszerek egyfajta osztályozása megvalósítható.

1. Bevezetés

Az anyagtudomány számos területén az elmúlt évtizedben előtérbe került a celluláris szerkezetű anyagok geometriai felépítésének vizsgálata, ezek számszerű kritériumok alapján való minősítése és osztályozása. A végtelen kiterjedésű sejtrendszereket konvex poliéderek (ún. cellák vagy sejtek) egy véges halmazából konstruálják a 3-dimenziós tér hézagmentes és egyrétű lefedésével.

A következőkben azon vizsgálatok néhány eredményét ismertetjük, amelyek 3D periodikus sejtrendszerek (triply periodic cellular systems, ún. TP rendszerek) egy lehetséges osztályozására irányulnak. Megmutatjuk, hogy a TP rendszerek kombinatorikus jellemzésére és kvantitatív kritériumok szerinti osztályozására előnyösen felhasználhatók az ún. flag-vektor komponenseiből származtatott új típusú topológiai alaktényezők, mindenek előtt az aszimmetria és a konzisztencia együtthathatók.

2. TP rendszerek kombinatorikus szerkezetének jellemzése flag-vektorral

Feltételeztük, hogy a vizsgált TP rendszer a tér 3-iránya szerint periodikus, következésképpen hozzárendelhető egy véges térfogatú geometriai tartomány, az ún. translációs egység (translation unit), amelynek ismeretében, illetve segítségével a sejtrendszer előállítható, azaz generálható. Az egyértelműség végett azt is feltételezzük, hogy a translációs egység (amely célszerű módon egy 3D paralelepipedonnal is reprezentálható), minimális térfogatú. A translációs egység sajátossága, hogy véges sok konvex poliéder (cella, sejt) alkotja, és ezekre, mint ismeretes, érvényes az alábbi Euler-egyenlet [1-6]:

$$-f_0 + f_1 - f_2 + f_3 = 0 \quad (1)$$

Az (1) egyenletben f_0 a poliéderek csúcsszáma, f_1 az élek száma, f_2 a lapok száma és f_3 pedig a poliéderek (cellák) száma. Hangsúlyozni kell, hogy az (1) egyenlet formailag tökéletesen megegyezik a 4-D politopokra vonatkozó Euler-formulával, és egyben alapját képezi a 4-D politopok és a 3-dimenziós TP rendszerek között fennálló analógiáknak, ismert összefüggéseknek is [1-6].

Fontos hangsúlyozni, hogy mindazon topológiai törvényszerűségek, amelyek a 4-D politopokra vonatkozóan már korábbról ismertek, lényegében változtatás nélkül kiterjeszthetők (konvertálhatók) a 3-dimenziós TP rendszerekre is. Ez lényegesen megkönnyíti az utóbbiak vizsgálatát, kvantitatív jellemzését. A minimális térfogatú translációs egységre vonatkozóan definiáljuk az általa tartalmazott f lapszámú poliéderek átlagos $\langle v(f) \rangle$ csúcsszámát, valamint egy közös csúcstra illeszkedő poliéderek átlagos $[c]$ számát. Felhasználva, hogy e két topológiai invariáns között fenn áll

$$f_3 \langle v(f) \rangle = f_0 [c] \quad (2)$$

ismert azonosság, definiáljuk egy adott TP rendszer (Π) ún. flag-vektorát az

$$\text{Flag}(\Pi) = (f_0, f_1, f_2, f_3, f_{03}) \quad (3)$$

összefüggéssel, ahol

$$f_{03} = f_3 \langle v(f) \rangle = f_0 [c] \quad (4)$$

Ez a formula minden tekintetben ekvivalens a 4-D polytopokra definiált flag-vektorral [1-5].

Példaként említjük, hogy a szabályos kockákból konstruált „standard” C-6 jelű TP rendszer Flag-vektora: (1,3,3,1,8). A flag-vektor sajátossága, hogy öt komponenséből generálhatók mindazon illeszkedési koefficiensek (incidence numbers), amelyek hasznos információkkal szolgálnak a TP rendszerek topológiai struktúrájáról. A már említett $\langle v(f) \rangle$ és $[c]$ mennyiségeken kívül, ezek közé tartoznak a következők:

a) Az $f \geq 4$ lapszámú poliéderek (cellák) átlagos $\langle f \rangle$ lapszáma

$$\langle f \rangle = \frac{2f_2}{f_3} \geq 4 \quad (5)$$

b) Az Euler-formulából adódóan az $f \geq 4$ lapszámú poliéderek (cellák) éleinek átlagos $\langle e(f) \rangle$ száma

$$\langle e(f) \rangle = \langle f \rangle + \langle v(f) \rangle - 2 = \frac{2f_2 + f_{03}}{f_3} - 2 = \frac{f_{03} + 2(f_1 - f_0)}{f_3} \geq 6 \quad (6)$$

c) A csúcsok átlagos $[r]$ fokszáma, azaz egy adott csúcsra illeszkedő élek átlagos száma

$$[r] = \frac{2f_1}{f_0} \geq 4 \quad (7)$$

d) A poliéderek közös lapjait alkotó n oldalszámú sokszögek átlagos $[n]$ oldalszáma

$$[n] = \frac{2\langle e(f) \rangle}{\langle f \rangle} = 2 \frac{\langle f \rangle + \langle v(f) \rangle - 2}{\langle f \rangle} = \frac{f_{03} + 2(f_1 - f_0)}{f_2} \geq 3 \quad (8)$$

e) Az élek átlagos fokszáma $[\varepsilon]$, amely egy adott élre illeszkedő poliéderek átlagos száma

$$[\varepsilon] = \frac{f_2}{f_1} [n] = \frac{f_3 \langle e(f) \rangle}{f_1} = \frac{f_{03} + 2(f_1 - f_0)}{f_1} \geq 3 \quad (9)$$

Belátható, hogy fentebb definiált mennyiségekre érvényesek az alábbi

$$3 \leq [n] \leq 6 - \frac{12}{\langle f \rangle} < 6 \quad (10)$$

és

$$3 \leq [\varepsilon] \leq 6 - \frac{12}{[r]} < 6 \quad (11)$$

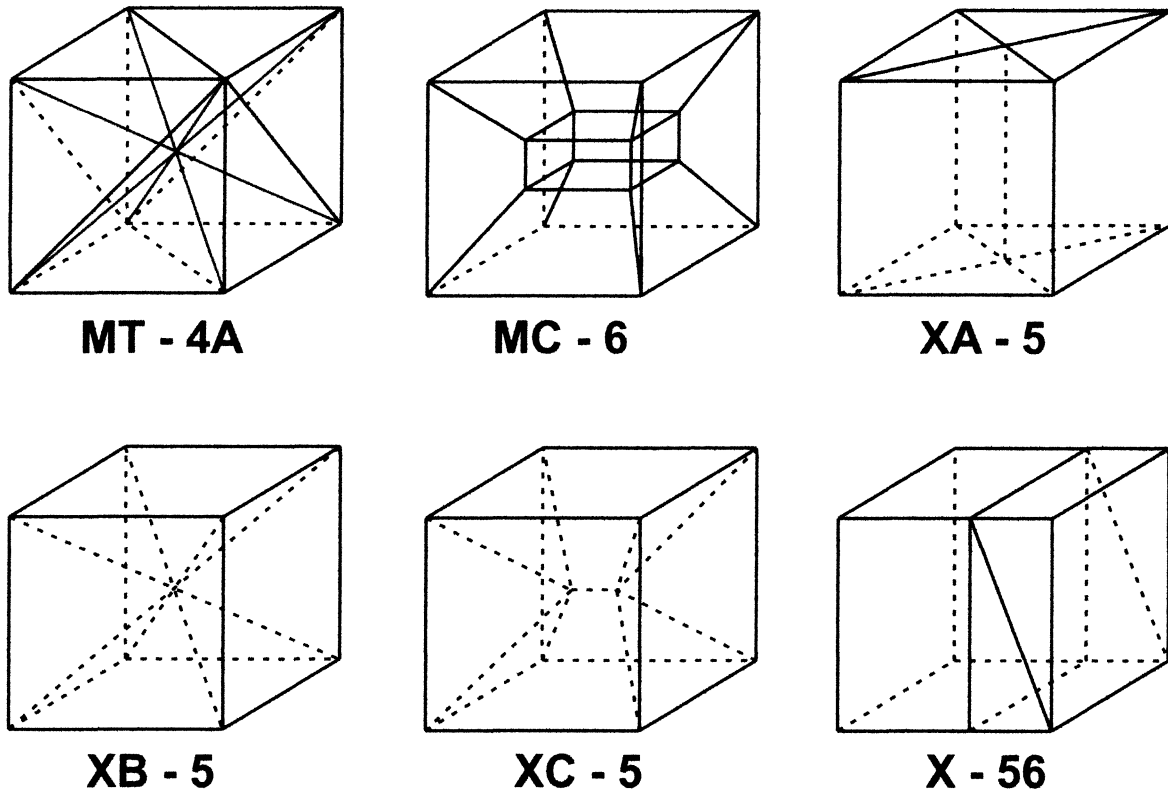
egyenlőtlenségek. Bizonyítható továbbá, hogy

$$[n] = 6 - \frac{12}{\langle f \rangle} \quad (12)$$

illetve

$$[\varepsilon] = 6 - \frac{12}{[r]} \quad (13)$$

ha minden cella trivalens (egyszerű) poliéder. Az 1. ábrán néhány egyszerű TP rendszer translációs egységét tüntettük fel. A megfelelő flag-vektorokat, valamint incidencia együtthatókat az 1. táblázat tartalmazza.



1. ábra. Néhány egyszerű TP rendszer translációs egysége

Az MT-4A rendszer kizárólag tetraéderekből, XA-5, XB-5 és XC-5 rendszerek pedig ötlapú poliéderekből áll. Az MC-6 rendszer cellái kombinatorikus kockák, míg az X-56 rendszer translációs egységét két ötlapú poliéder és egy kocka alkotja. Az 1. táblázatban C-6 a kongruens kockákból felépített standard TP rendszert jelöli.

1. táblázat. Néhány TP rendszer flag-vektora és incidencia koefficiensei

Kód	f_0	f_1	f_2	f_3	f_{03}	$\langle f \rangle$	$[r]$	$[n]$	$[\varepsilon]$
C-6	1	3	3	1	8	6	6	4	4
C-8	3	12	12	3	22	8	8	3,333	3,333
MT-4A	2	14	24	12	48	4	14	3	5,143
MC-6	9	23	21	7	56	6	5,111	4	3,652
XA-5	2	8	10	4	24	5	8	3,6	4,5
XB-5	2	11	15	6	30	5	11	3,2	4,364
XC-5	3	12	15	6	34	5	8	3,467	4,333
X-56	2	7	8	3	20	5,333	7	3,75	4,286

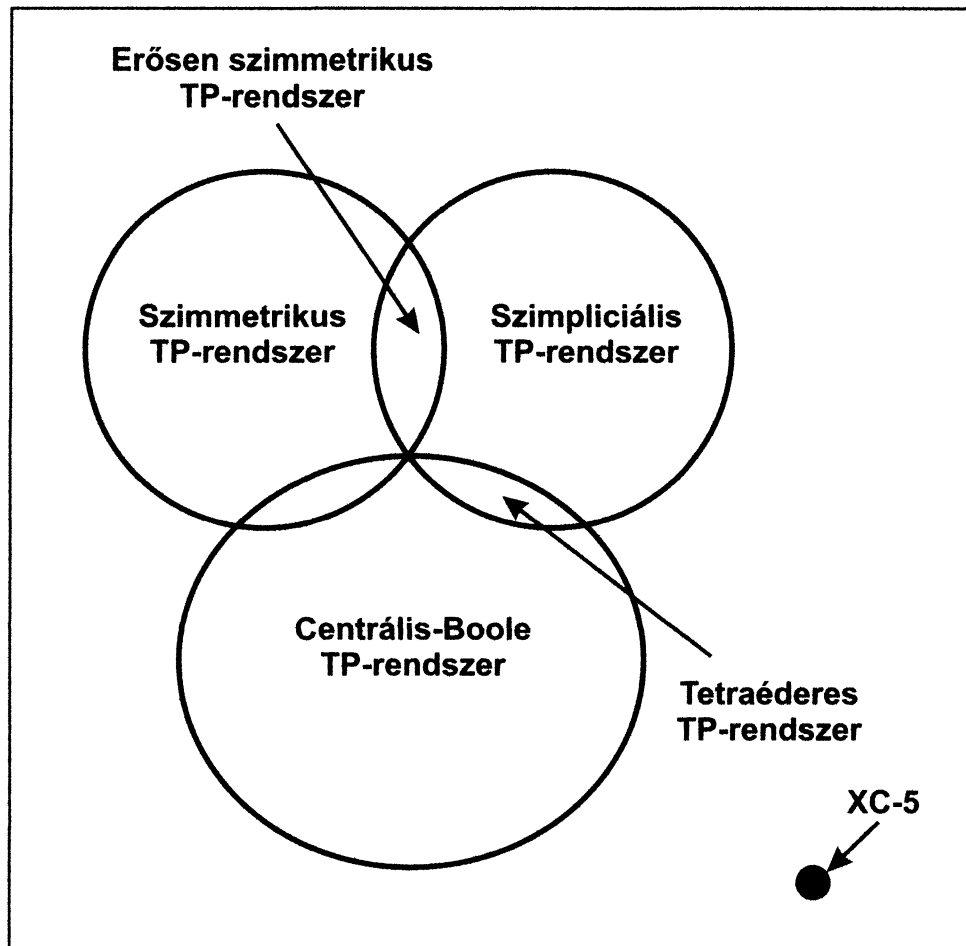
Az illeszkedési együtthatók sajátossága, hogy ezek mindegyike egyértelmű módon definiált egy TP rendszerre nézve, és valamennyi számítható a flag-vektor öt komponense ismeretében. Mindazonáltal fontos megemlíteni, hogy léteznek kombinatorikus különböző típusú TP rendszerek, amelyek azonos

flag-vektorral jellemezhetők. Mindazonáltal – amint az demonstrálni fogjuk –, a flag-vektor komponenseiből származtatott illeszkedési együtthatók, valamint ezek függvényeként generált „topológiai alaktényezők” hasznos kiindulási alapul szolgálnak a TP rendszerek egyfajta, kvantitatív kritériumon alapuló osztályozásához.

A TP rendszerek osztályozása végett következő definíciókat vezetjük be. Egy TP rendszert akkor nevezünk

- 1) kiegyenlítettnek (balanced), ha minden egyes élben pontosan három poliéder találkozik, azaz minden él fokszáma 3, ($[\varepsilon] = 3$).
- 2) szimpliciálisnak, ha minden cella szimpliciális poliéder, azaz minden egyes poliéder valamennyi lapja háromszög, ($[n] = 3$).
- 3) centrális-Boole típusúnak (center-boulean) ha minden cella trivalens, (egyszerű) poliéder.
- 4) szimmetrikusnak, ha a flag-vektor komponenseire $f_1 = f_2$, $f_0 = f_3$ teljesül. Szimmetrikus rendszerre $\langle v \rangle = [r]$ valamint $\langle v(f) \rangle = [c]$ és $[n] = [\varepsilon]$ érvényes.
- 5) erősen szimmetrikusnak, ha minden poliéder lapja háromszög és minden élre pontosan három poliéder illeszkedik, azaz $[n] = [\varepsilon] = 3$ teljesül. Ebből adódik, hogy egy TP rendszer akkor és csak akkor erősen szimmetrikus, ha kiegyenlített és szimpliciális. (Itt jegyezzük meg, hogy az erősen szimmetrikus TP rendszerek definíciója tökéletesen kompatibilis az extrémális tulajdonságú 4-dimenziós, ún. 2s2s (2-simple, 2-simplicial) politopok definíciójával [1-3]).
- 6) telítettnek (saturated), ha a flag-vektor komponenseire érvényes az $f_0 + f_1 + f_2 + f_3 = f_{03}$ azonosság.
- 7) túltelítettnek (oversaturated), ha a flag-vektor komponenseire az $f_0 + f_1 + f_2 + f_3 < f_{03}$ teljesül.
- 8) R-regulárisnak, ha minden csúcra pontosan R ($R \geq 4$) számú él illeszkedik, azaz minden csúc fokszáma R. Minden 4-reguláris TP rendszer centrális-Boole típusú és kiegyenlített is.
- 9) stabilnak, ha minden egyes csúc négy poliéder közös csúcsa, azaz $[c] = 4$. Következésképpen adódik, hogy egy TP rendszer akkor és csak akkor stabil, ha 4-reguláris, ezért egy stabil rendszer szükségképpen kiegyenlített és centrális-Boole típusú is.
- 10) tetraédesnek (tetrahedral), ha minden cella tetraéder. Mivel a tetraéder az egyetlen poliéder, amely szimpliciális és trivalens is, ezért minden tetraédes rendszer egyben centrális-Boole típusú és szimpliciális is.

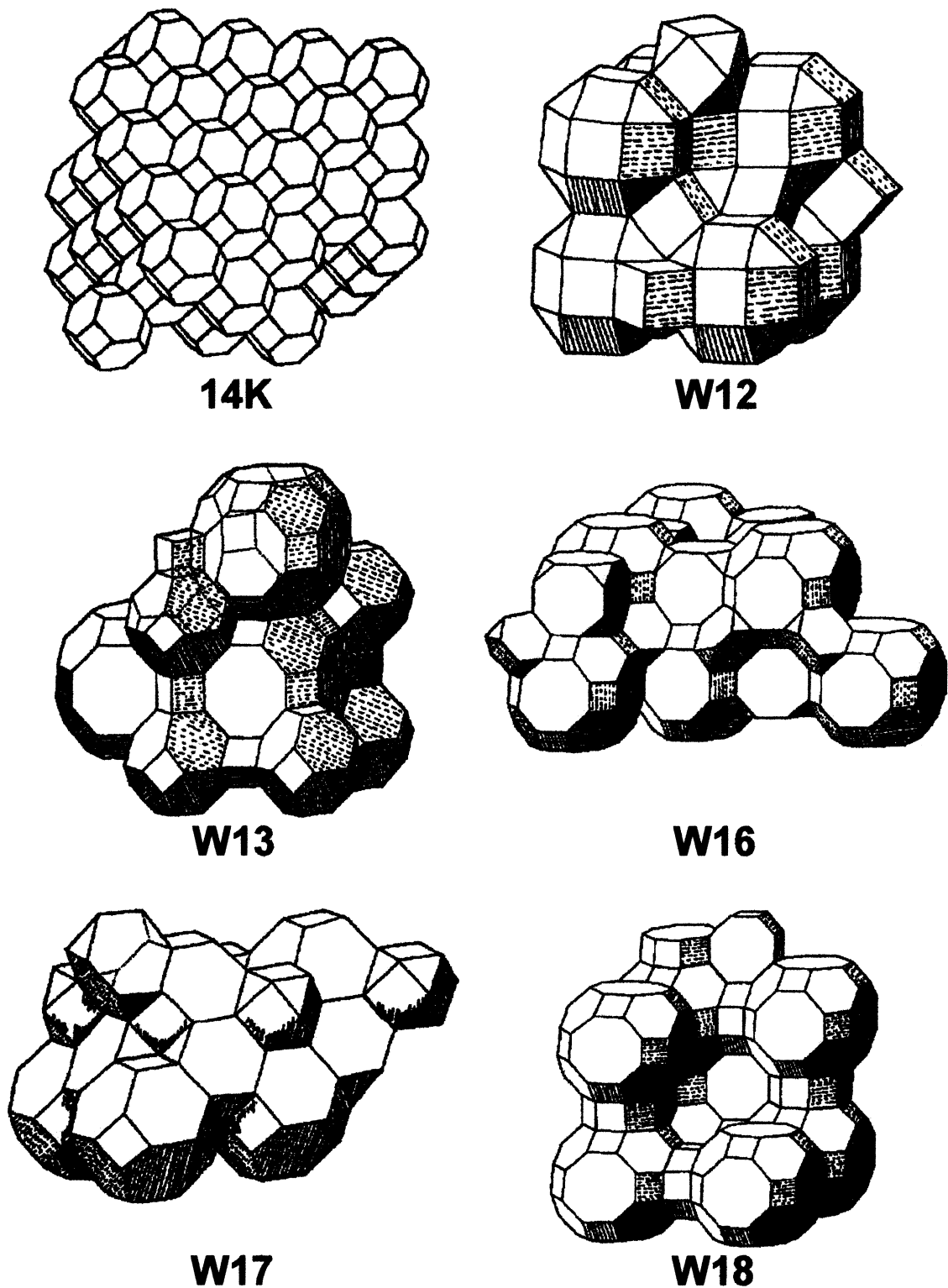
A TP rendszerek fentebb definiált osztályai közötti kapcsolatokat (lehetséges átfedéseket) a 2. ábra szemlélteti. Mint megállapítható, a XC-5 rendszer nem tartozik a fentebb definiált speciális struktúrájú TP rendszerek egyikébe se.



2. ábra. TP rendszerek egyes osztályai közötti kapcsolat szemléltetése

A 3. ábrán néhány jól ismert TP rendszer látható [9,10]. Ezek közül a legegyszerűbb a kongruens, 14-lapú Kelvin poliéderekből konstruált 14K rendszer, ez centrális Boole típusú, kiegyenlített és 4-reguláris, következésképpen stabil is.

A W17 és W18 rendszereket két különböző típusú, a W12, W13 és W16 rendszereket pedig három különböző típusú poliéder alkotja. W17 egy 5-reguláris, nem kiegyenlített rendszer. A W12 rendszer kiegyenlített és 6-reguláris. W13, W16 és W18 stabil (4-reguláris, centrális Boole típusú, kiegyenlített) rendszereket reprezentálnak.



3. ábra. Példák ismert TP rendszerekre

Erősen szimmetrikus TP rendszerre példa a 14K rendszer bipiramidális felbontásával származtatott 14K-BIP rendszer, ennek cellái kizárólag kettős-gúla típusú poliéderek (bipiramid). Erősen

szimmetrikus TP rendszerek könnyen konstruálhatók stabil (4-reguláris) rendszerből kiindulva. A 14K-BIP rendszer a következő módon származtatható a 14K rendszer alkalmas transzformációjával: Helyezzünk minden egyes 14-lapú Kelvin poliéder súlypontjába egy új csúcsot, majd ezen új csúcsok felhasználásával állítsunk elő kettős-gúla típusú szimpliciális poliédereket, amelyeknek bázisa a szomszédos Kelvin poliéderek szabályos 4- illetve 6-szögű közös lapjai lesznek. Így minden egyes Kelvin poliéder helyére pontosan három darab 8 lapú oktaéder, és négy darab 12 lapú, hexagonális alapú kettős-gúla kerül.

Telített rendszerre példa a C-6 rendszer, amely kongruens kockákból áll, (ez szimmetrikus rendszer is), valamint az XA-5 rendszer, amely 5-lapú, kongruens és trivalens poliéderekből áll, és az X-56 rendszer, amely 5 és 6 lapú trivalens poliéderekből épül fel (lásd. 1. és 2. táblázatot). Könnyen belátható, hogy végtelen sok kombinatorikusan különböző telített TP rendszer létezik.

Itt jegyezzük meg, hogy létezik olyan szimmetrikus TP rendszer, amely nem centrális Boole típusú, azaz amely nem-trivalens (nem egyszerű) poliéderekből áll. Ilyen rendszer a C-8 jelű, amely a következő módon konstruálható (lásd 1. és 2. táblázat adatait). Tekintsük kiindulásul az XC-5 rendszert, amelynek translációs egysége (1. ábra), 6 darab ötlapú, de kétféle típusú poliédert tartalmaz. Ezen translációs egység sajátossága, hogy felbontható 3 darab 8-lapú poliéderre is, amelyek közül az egyiknek 6 csúcsa van (ez egy oktaéder) a másik kettőnek pedig 8 csúcsa van (e két utóbbit 4 háromszöglap és 4 négyszöglap határolja). Az így származtatott C-8 rendszer szimmetrikus lesz, flag-vektora: (3, 12, 12, 3, 22).

Mint ismeretes, a konvex poliéderekből felépített TP rendszereknek definiálható a duális. Jelölje egy tetszőleges Π periodikus celluláris rendszer duálisát Π^{dual} . Ekkor a duális TP rendszer flag-vektora:

$$\text{flag}(\Pi^{\text{DUAL}}) = (f_3, f_2, f_1, f_0, f_{03}) \quad (14)$$

A 4-reguláris rendszerek duálisai a tetragonális rendszerek, a szimpliciális rendszerek duálisai kiegyenlített (balanced) rendszerek, és fordítva. Fontos felismerés, hogy az erősen szimmetrikus rendszerek kivételes sajátossága, hogy ezek duálisai is erősen szimmetrikusak.

Ha két TP rendszer flag-vektora azonos, abból még nem következik, hogy a két rendszer struktúrája kombinatorikus ekvivalens. A TP rendszerek self-dualitása (öndualitása) meglehetősen ritka jelenség. Még az erősen szimmetrikus TP rendszerekre sem igaz, hogy ezek self-duálisak lennének, példa erre a 14K BIP rendszer. Könnyen igazolható, hogy a 14K BIP rendszert és ennek duálisát kombinatorikusan különböző típusú szimpliciális poliéderek alkotják. Self-duál típusú viszont a kongruens kockákból álló C-6 rendszer, amely mint említettük, szimmetrikus, centrális-Boole típusú és telített.

Szimmetrikus és a telített rendszerek esetében csak a flag-vektorokra érvényes a self-dualitás, ami a

definíciókból következően azt jelenti, hogy egy szimmetrikus rendszer duálisa is szimmetrikus, és egy telített rendszerek duálisa is telített.

3. TP rendszerekre vonatkozó geometriai egyenlőtlenségek

A TP rendszerekre vonatkozóan számos geometriai egyenlőtlenség vezethető le, ezek többsége - amint később ez példákkal is demonstráljuk – alkalmas arra, hogy belőlük a kombinatorikus szerkezet jellemzésére hivatott ún. topológiai alaktényezőket konstruáljunk.

Felhasználva a (6), (8) és (9) összefüggéseket adódik a

$$\frac{5}{6} > \frac{f_1 + f_2 + f_3}{f_{03} + 2(f_2 - f_3)} = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{f_{03} + 2(f_1 - f_0)} = \frac{1}{[\varepsilon]} + \frac{1}{[n]} + \frac{1}{\langle e(f) \rangle} > \frac{1}{3} \quad (15)$$

egyenlőtlenség, amely sajnos „nem éles” egyetlen TP rendszerre nézve sem. Topológiai alaktényezők származtatása céljából elsődlegesen azok az egyenlőtlenségek jönnek számításba, amelyek a TP rendszerek fentebb definiált egyes osztályaira vonatkozóan – speciális esetként – egyenlőség alakját öltik. Ilyen különleges egyenlőtlenségek az alábbiak:

a)

$$f_{03} \leq 4(f_2 - f_3) = 4(f_1 - f_0) \quad (16)$$

amiből következik, hogy

$$f_{03} \leq 2(f_1 + f_2 - f_0 - f_3) \quad (17)$$

Egyenlőség itt kizárólag csak centrális Boole típusú rendszerekre teljesül.

b)

$$f_{03} \geq f_2 + 2f_3 \quad (18)$$

ahol egyenlőség csak szimpliális rendszerre érvényes ($[n] = 3$ eset).

c)

$$f_{03} \geq f_1 + 2f_0 \quad (19)$$

ahol egyenlőség csak kiegyenlített rendszerre teljesül ($[\varepsilon] = 3$ eset).

Itt jegyezzük meg, hogy amennyiben egy TP rendszerre

$$f_{03} < f_1 + 2f_0 \quad (19)$$

teljesülne, ebből már következne, hogy $[\varepsilon]$ kisebb mint 3, azaz van olyan cella, amely nem konvex poliéder. (Ez esetben létezik olyan él, hol két cella találkozik, az egyik biztosan nem konvex poliéder.)

d)

$$2f_{03} \geq f_1 + f_2 + 2f_0 + 2f_3 \quad (21)$$

$$\frac{2}{3} \geq \frac{(f_1 + f_2)}{f_{03} + 2(f_2 - f_3)} = \frac{(f_1 + f_2)}{f_{03} + 2(f_1 - f_0)} = \frac{1}{[e]} + \frac{1}{[n]} > \frac{1}{3} \quad (22)$$

ahol egyenlőség csak erősen szimmetrikus rendszerre teljesül.

e)

$$2f_{03} \geq f_2 + 6f_3 \quad (23)$$

$$2f_{03} \geq 10f_3 - f_2 \quad (24)$$

$$3 \geq \frac{6(f_2 + f_3)}{f_{03} + 2(f_2 - f_3)} = \frac{6(f_2 + f_3)}{f_{03} + 2(f_1 - f_0)} = \frac{6}{[n]} + \frac{6}{\langle e(f) \rangle} > 1 \quad (25)$$

ahol egyenlőség csak tetraédes rendszerekre teljesül.

f) Telített rendszerekre érvényes az

$$f_{03} = f_0 + f_1 + f_2 + f_3 \leq 2f_1 + 2f_2 - 2f_0 - 2f_3, \quad (26/a)$$

egyenlőtlenség, amiből következik, hogy minden telített rendszerre:

$$\frac{f_1 + f_2}{f_0 + f_3} \geq 3 \quad (26/b)$$

Továbbá telített rendszerre fenn áll

$$\frac{1}{[n]} + \frac{1}{[e]} = \frac{1}{2} \quad (27)$$

A (26/b) képletben egyenlőséget kapunk, ha a telített rendszer egyben centrális-Boole típusú, azaz trivalens poliéderekből áll. Példa erre az XA-5 rendszer (lásd 1. táblázat). Ennek fordítottja nem igaz, ugyanis léteznek olyan nem-telített TP rendszerek, amelyre a (26/b) összefüggés mégis egyenlőség formájában teljesül. Valószínűleg igaz az a sejtés, hogy minden telített rendszer centrális-Boole típusú. A (27) egyenletből már adódik, hogy túltelített TP rendszerekre $1/[n] + 1/[e]$ kisebb mint $1/2$.

4. TP rendszerek jellemzése topológiai alaktényezőkkel

TP rendszerek kombinatorikus struktúrájának jellemzésére előnyösen használhatók az ún. topológiai alaktényezők, ezek alapul szolgálnak a TP rendszerek kvantitatív kritérium szerinti osztályozásához is. A topológiai alaktényezők, amelyek a flag-vektor komponensei ismertében számíthatók, kétfélek lehetnek: self-duál és nem self-duál típusúak. Nyilván a nem self-duál típusúak diszkriminációs képessége a jobb, ugyanis ezek képesek különbséget tenni egy adott rendszer és annak duálisa között.

4.1 Négy dimenziós politopok osztályozására alkalmazott alaktényezők

Ziegler és munkatársai eredendően 4D politopok stukturális jellemzésére két topológiai alaktényezőt definiáltak, ezek a Fatness (kövérségi együttható) és a Complexity (komplexitási együttható) [1-5]. Mindkettő a flag-vektor alapján származtatható, self-duál típusúak, és közvetlenül felhasználhatók TP

rendszerek topológiai szerkezetének minősítésére.

A fatness (FAT) és a complexity (COMP) topológiai alaktényezők az alábbi képletekkel definiáltak:

$$FAT = \frac{f_1 + f_2}{f_0 + f_3} \quad (28)$$

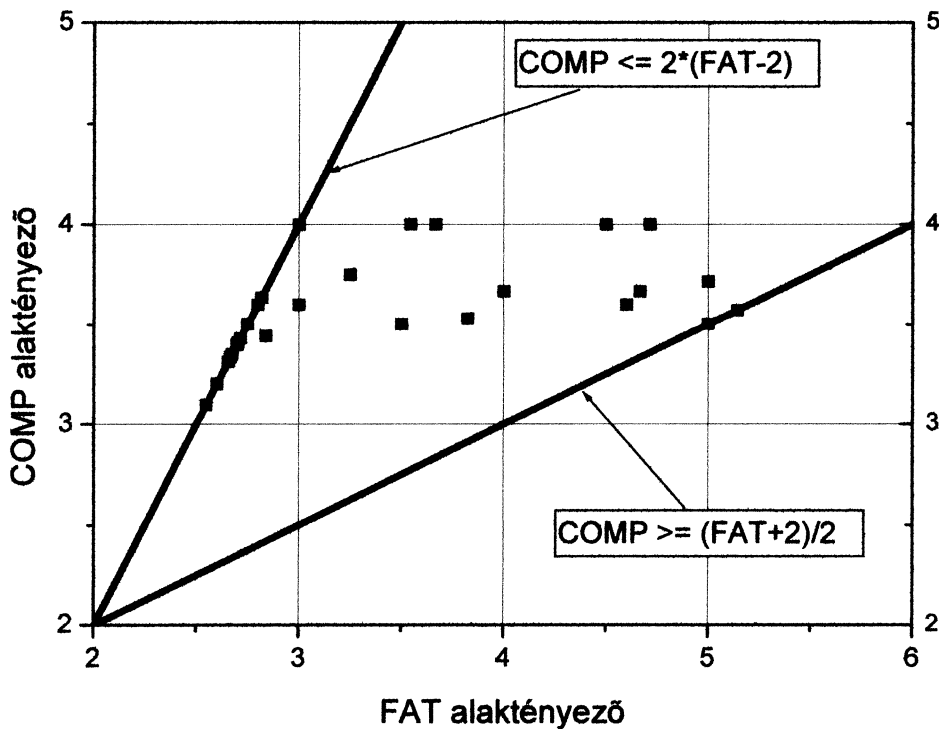
$$COMP = \frac{f_{03}}{f_0 + f_3} \quad (29)$$

Jelenleg is eldöntetlen kérdés, hogy a két mennyiségnek létezik-e felső korlátja [1-5]. Ismert viszont, hogy a két topológiai alaktényezőre érvényesek

$$FAT \leq 2COMP - 2 \quad (30)$$

$$COMP \leq 2FAT - 2 \quad (31)$$

egyenlőtlenségek. A (30) képletben egyenlőség akkor teljesül, ha a 4D politop 2s2s típusú, azaz a TP rendszer erősen szimmetrikus, a (31) képletben pedig egyenlőséget akkor kapunk, ha 4D politop illetve a TP rendszer centrális-Boole típusú [1-4]. Néhány általunk vizsgált TP rendszerre vonatkozóan a két, algebrailag független alaktényező közötti kapcsolatot a 4. ábra szemlélteti. Az ábra diagramjából kitűnik, hogy a FAT és COMP alaktényezők a TP rendszerek szerkezetéről viszonylag kevés információval szolgálnak.



4. ábra. COMP és FAT alaktényezők közötti összefüggés

A FAT és COMP felhasználásával könnyen konstruálhatók más alaktényezők is, többek között olyanok is, amelyeknek létezik alsó és felső korlátja is. Ezek közé tartoznak az alább definiált ZE és ZU alaktényezők. A ZE alaktényezőt a

$$ZE = \frac{2COMP}{2 + FAT} = \frac{2f_{03}}{f_1 + f_2 + 2(f_0 + f_3)} \geq 1 \quad (32)$$

képlettel értelmeztük. A definícióból adódik, hogy $ZE=1$ egyenlőség akkor és csak akkor teljesül, ha a TP rendszer erősen szimmetrikus. (Négy-dimenziós politopokra vonatkozóan ez azt jelenti, hogy $ZE=1$, akkor és csak akkor, ha a politopok $2s2s$ típusúak [2-3]).

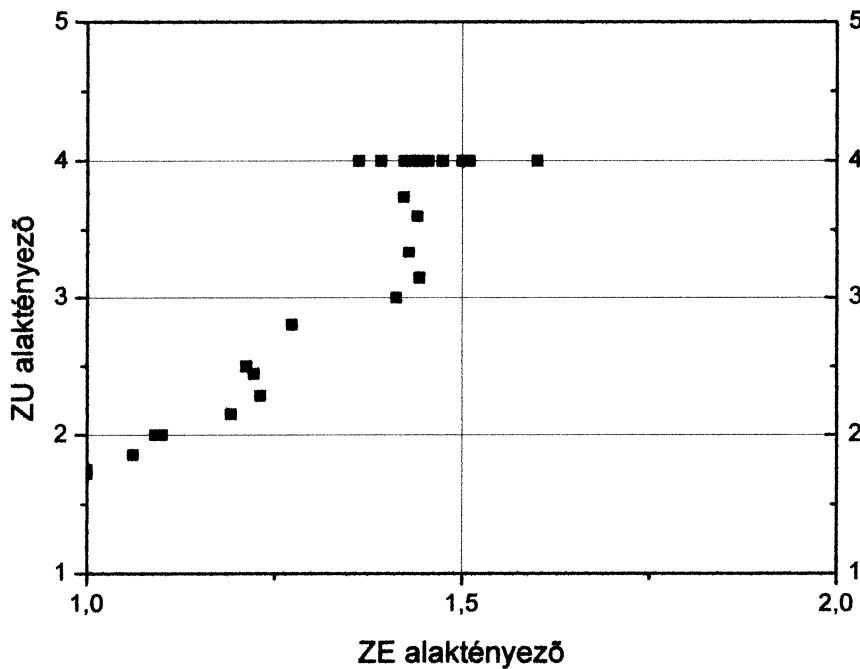
A másik, a ZU alaktényező a

$$ZU = \frac{2COMP}{FAT - 1} = \frac{2f_{03}}{f_1 + f_2 - (f_0 + f_3)} \leq 4 \quad (33)$$

képlettel definiált. Könnyen belátható a (17) képlet felhasználásával, hogy $ZU=4$, ha a TP rendszer centrális Boole típusú. A fenti formulákból következik, hogy ZE felülről korlátos, mivel

$$ZE = \frac{2f_{03}}{f_1 + f_2 + 2(f_0 + f_3)} < ZU = \frac{2f_{03}}{f_1 + f_2 - (f_0 + f_3)} = \frac{2 * COMP}{FAT - 1} \leq 4 \quad (34)$$

A ZE és ZU alaktényezők egymástól algebrailag független mennyiségek. Ezt szemlélteti az 5. ábra, amelyen néhány TP rendszerre nézve feltüntettük a két alaktényező számított értékeit.



5. ábra. ZE és ZU alaktényezők közötti összefüggés

Amint az 5. ábrából is kitűnik, a ZE és ZU alaktényezők hátrányos tulajdonsága, hogy a TP rendszerek egymástól való megkülönböztetésére kevésbé alkalmasak, diszkriminációs képességük meglehetősen korlátozott. Ezért az osztályozás céljára hatékonyabb, új típusú alaktényezők származtatására tettünk kísérletet.

4.2 Új típusú alaktényezők TP rendszerek osztályozására

A fentebb vizsgált topológiai alaktényezők (FAT, COMP, ZE, ZU) számított értékeit néhány vizsgált TP rendszerre vonatkozóan a 2. táblázat tartalmazza. Ezek közös sajátossága, hogy mivel self-duál típusúak, ezért a TP rendszerek közötti különbségek kimutatásához nem eléggé érzékenyek.

2. táblázat. Topológiai alaktényezők néhány TP rendszerre vonatkozóan

Kód	Λ	FAT	COMP	ZE	ZU	RE
C-6	0	3	4	1,6	4	1,778
C-8	0	4	3,667	1,222	2,444	1,235
MT-4A	0,714	2,71	3,429	1,455	4	1,714
MC-6	-0,087	2,75	3,5	1,474	4	1,623
XA-5	0,25	3	4	1,6	4	1,8
XB-5	0,364	3,25	3,75	1,429	3,333	1,552
XC-5	0,25	3	3,778	1,511	3,778	1,669
X-56	0,143	3	4	1,6	4	1,786
14K	-0,417	2,71	3,429	1,455	4	1,714
W12	-0,194	3,82	3,529	1,212	2,5	1,241
W13	-0,396	2,66	3,31	1,422	4	1,655
W16	-0,417	2,71	3,429	1,455	4	1,714
W17	-0,267	3,25	3,75	1,429	3,333	1,552
W18	-0,417	2,71	3,429	1,455	4	1,714
14K-BIP	0	5,14	3,571	1	1,724	1

A következőkben két új alaktényezőt értelmezünk, amelyek TP rendszerek osztályozására az előbbieknél hatékonyabban alkalmazhatók. Ezek az ún. aszimmetria együttható (Λ) és konzisztencia együttható (RE). Az aszimmetria együttható (Λ), definíció szerint

$$\Lambda = \frac{f_2 - f_1}{f_1} = \frac{[e]}{[n]} - 1 = \frac{\langle f \rangle ([r] - 2)}{[r] (\langle f \rangle - 2)} - 1 = \frac{2([r] - \langle f \rangle)}{[r] (\langle f \rangle - 2)} \quad (35)$$

amelyre érvényes a

$$-\frac{1}{2} < \frac{\langle f \rangle - 4}{4 - 2\langle f \rangle} \leq \Lambda \leq 1 - \frac{4}{[r]} < 1 \quad (36)$$

egyenlőtlenség [7-8]. Mint megállapítható, az aszimmetria együttható nem self-duál típusú, és $\Lambda = 0$ akkor és csak akkor, ha a TP rendszer szimmetrikus. A konzisztencia együtthatót, amely self-dual típusú, a

$$RE = \frac{[n][\varepsilon]}{9} \geq 1 \quad (37)$$

összefüggéssel értelmeztük. A (8) és (9) formulák alapján adódik:

$$RE = \frac{[n][\varepsilon]}{9} = \frac{\{2(f_1 - f_0) + f_{03}\}^2}{9f_1f_2} \geq 1 \quad (38)$$

A definícióból az is következik, hogy $RE=1$ akkor és csak akkor, ha a rendszer erősen szimmetrikus, minden más esetben RE nagyobb, mint egy. Az aszimmetria és konzisztencia együtthatók között létezik bizonyos kapcsolat, annak ellenére, hogy ezek algebrailag független mennyiségek:

$$RE = \frac{f_2}{9f_1} [n]^2 = \frac{(1+\Lambda)}{9} [n]^2 = \frac{f_1}{9f_2} [\varepsilon]^2 = \frac{[\varepsilon]^2}{9(1+\Lambda)} \quad (39)$$

Mint megállapítható,

$$RE = \frac{f_2}{9f_1} [n]^2 = \frac{(1+\Lambda)}{9} [n]^2 < 4(1+\Lambda) \quad (40)$$

és

$$RE = \frac{f_1}{9f_2} [\varepsilon]^2 = \frac{[\varepsilon]^2}{9(1+\Lambda)} < \frac{4}{(1+\Lambda)} \quad (41)$$

Következésképpen $RE = f_2/f_1 = 1+\Lambda$ akkor és csak akkor, ha a rendszer szimpliciális, azaz $[n]=3$ érvényes, és $RE = f_1/f_2 = 1/(1+\Lambda)$ akkor és csak akkor, ha a TP rendszer kiegyenlített, azaz $[\varepsilon]=3$ teljesül. Felhasználva a (10) és (11) egyenlőtlenségeket a RE alaktényezőre az alábbi becslések adódnak:

$$RE \leq \frac{1}{9} \left(6 - \frac{12}{[r]}\right) \left(6 - \frac{12}{\langle f \rangle}\right) = 4 \left(1 - \frac{f_3}{f_2}\right) \left(1 - \frac{f_0}{f_1}\right) < 4 \quad (42)$$

és

$$1 \leq \max \left\{ (1+\Lambda), \frac{1}{(1+\Lambda)} \right\} \leq RE \leq \min \left\{ 4(1+\Lambda), \frac{4}{(1+\Lambda)} \right\} < 4 \quad (43)$$

A (12-13) azonosságokból következik, hogy ha a TP rendszer centrális-Boole típusú, akkor

$$RE = \frac{1}{9} \left(6 - \frac{12}{[r]}\right) \left(6 - \frac{12}{\langle f \rangle}\right) = 4 \left(1 - \frac{f_3}{f_2}\right) \left(1 - \frac{f_0}{f_1}\right) \quad (44)$$

Ilyen például az X-56 rendszer, amely trivalens 5 és 6 lapú poliéderekből áll (1.ábra), vagy Kelvin poliéderekből konstruált stabil 14K rendszer (3. ábra). A fentiekből következik

$$RE = \frac{[\varepsilon][n]}{9} \geq \begin{cases} 1 + \Lambda & \text{ha } 0 \leq \Lambda \leq 1 \\ \frac{1}{1 + \Lambda} & \text{ha } -1/2 < \Lambda \leq 0 \end{cases} \quad (45)$$

Amint korábban már megállapítást nyert, $RE = 1 + \Lambda$ ha a TP rendszer szimpliciális (azaz $[n]=3$ teljesül). Ilyenek például az oktaéderekből és/vagy tetraéderekből konstruált rendszerek. Másrészt $RE = 1/(1 + \Lambda)$ ha a TP rendszer kiegyenlített (azaz $[\varepsilon]=3$ teljesül). Ilyen például a W12 rendszer, amely kiegyenlített, de nem centrális-Boole típusú (2.ábra).

A RE topológiai alaktényezőre a (40-41) összefüggések következményeként az alábbi felső becslés adható:

$$RE = \frac{[\varepsilon][n]}{9} \leq \begin{cases} 4/(1 + \Lambda) & \text{ha } 0 \leq \Lambda \leq 1 \\ 4(1 + \Lambda) & \text{ha } -1/2 < \Lambda \leq 0 \end{cases} \quad (46)$$

Ami a „telített” rendszereket illeti, nem nehéz igazolni, hogy ezekre

$$[\varepsilon] = 4 + 2 \frac{f_2 - f_1}{f_1} = 4 + 2\Lambda < 6 \quad (47)$$

és

$$[n] = 2 + \frac{2}{1 + \Lambda} < 6 \quad (48)$$

teljesül, amiből már következik, hogy telített rendszerre érvényes a

$$[n] = \frac{2[\varepsilon]}{[\varepsilon] - 2} \quad (49)$$

azonosság (lásd (27) képletet). Ekkor szükségképpen $[\varepsilon] > 3$ és $[n] > 3$, ezért egy telített rendszer nem lehet sem kiegyenlített, sem szimpliciális. (Szimmetrikus azonban lehet, példa erre kockákból álló C-6 rendszer, amelyre $[\varepsilon] = [n] = 4$.) A (47-49) egyenletekből az is következik, hogy

$$\frac{16}{9} \leq RE = \frac{2}{9} \left\{ \frac{[\varepsilon]^2}{[\varepsilon] - 2} \right\} < 2 \quad (50)$$

valamint

$$\frac{16}{9} \leq RE = \frac{1}{9} \left\{ 16 + \frac{4\Lambda^2}{1 + \Lambda} \right\} < 2 \quad (51)$$

Megállapítható továbbá, hogy $RE=16/9=1,7778$ akkor és csak akkor, ha a telített rendszer szimmetrikus is, (ekkor $\Lambda=0$, és $[n] = [\varepsilon] = 4$). Következésképpen adódik, hogy ha egy TP rendszer flag-vektorára

$$f_{03} \leq f_0 + f_1 + f_2 + f_3 \quad (52)$$

teljesül, akkor

$$RE \leq \frac{1}{9} \left\{ 16 + \frac{4\Lambda^2}{1+\Lambda} \right\} < 2 \quad (53)$$

Ha azonban a TP rendszer túltelített, azaz fenn áll

$$f_{03} > f_0 + f_1 + f_2 + f_3 \quad (54)$$

egyenlőtlenség, akkor

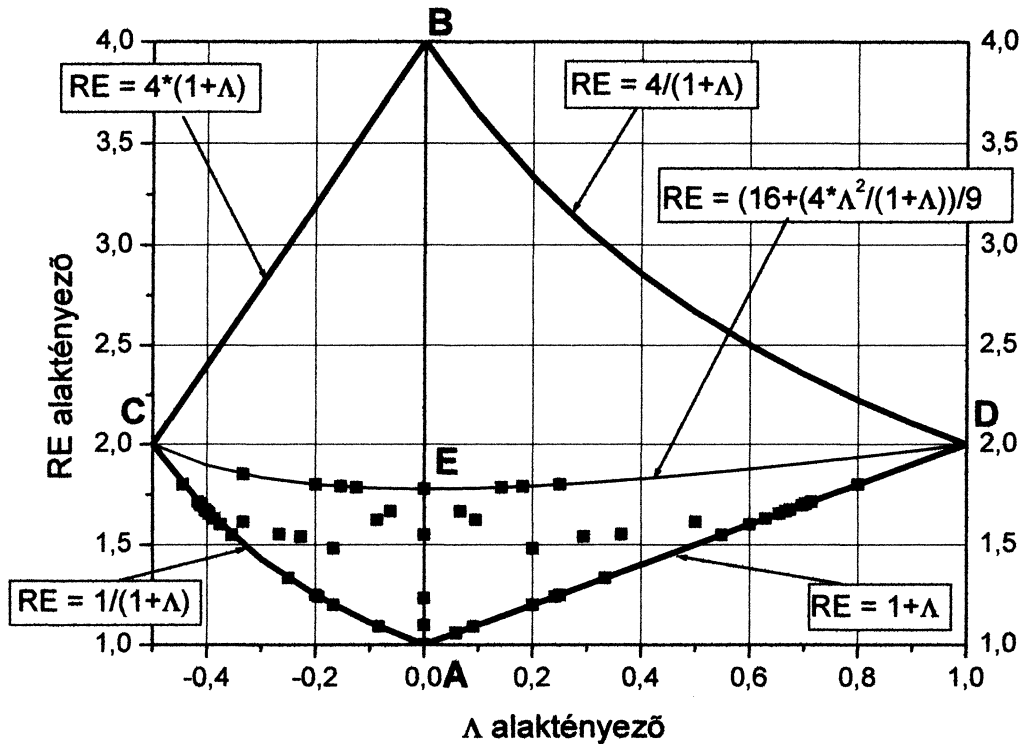
$$RE > \frac{1}{9} \left\{ 16 + \frac{4\Lambda^2}{1+\Lambda} \right\} \quad (55)$$

adódik. Olyan túltelített TP rendszerek konstruálására, amelyre nézve RE értéke nagy (pl. nagyobb mint 2) létezik módszer, bár ez nem túl egyszerű [11]. Nyitott kérdés, létezik-e olyan TP rendszer, melyre nézve RE értéke megközelíti a felső korlátot, amely 4.

5. TP rendszerek egy lehetséges osztályozása

Az aszimmetria és a konzisztencia együtthatók felhasználásával lehetőség kínálkozik a TP rendszerek osztályozására. Amennyiben a Λ és RE alaktényezőket egy-egy TP rendszerre meghatározzuk, és a kapott (Λ, RE) adatpárokat közös koordináta rendszerben feltüntetjük (6.ábra), lehetőség kínálkozik a TP rendszerek árnyaltabb megkülönböztetésére, azaz egyfajta osztályozására.

A 6. ábra diagramjában az egyes pontok eltérő struktúrájú TP rendszereket reprezentálnak, többségüket mesterségesen konstruáltuk, számítógéppel generáltuk. A diagramon az C, A, D és B csúcspontokkal kijelölt tartományt a (45-46) egyenletekkel definiált görbék határolják, e négy görbeszakasz által szegélyezett tartomány elvben „lefedi” az összes lehetséges TP rendszert.



6. ábra. TP rendszerek osztályozása Δ és RE topológiai alaktényezők felhasználásával

A 6. ábra diagramját elemezve az alábbi következtetések adódnak:

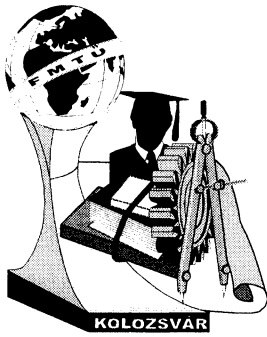
- i. Az A és B csúcspontokat összekötő függőleges egyenes szakasz (amelyre $\Delta=0$ érvényes), reprezentálja a szimmetrikus TP rendszereket, maga az A pont ($\Delta=0$, $RE=1$) az erősen szimmetrikus rendszerek osztályát képviseli.
- ii. Az ábrán a C-A görbeszakasz a kiegyenlített TP rendszereknek felel meg, $[\varepsilon] = 3$ eset.
- iii. A szimpliciális TP rendszereket az A-D egyenes szakasz reprezentálja, amelyekre $[n] = 3$.
- iv. A telített rendszereket képviselik a C-E-D görbeív pontjai. A görbén a minimum helyet kijelölő E pont, ($\Delta=0$, $RE=16/9=1,7778$) a telített és egyúttal szimmetrikus TP rendszereknek feleltethető meg. Telített és szimmetrikus TP rendszer végtelen sok van, triviális példa a kockákból felépített C-6 rendszer.
- v. Kevés információ van arra vonatkozóan, hogy milyen a szerkezete azon túltelített TP rendszereknek, amelyek a C-E-D görbeív feletti tartományba tartoznak. Annyi bizonyos, hogy ilyen rendszerek valóban generálhatók speciális struktúrájú 4-D politopok Schlegel-diagramjainak felhasználásával, bár konstrukciójuk meglehetősen bonyolult [11].

Irodalom

- [1] Ziegler G.M.: *Convex polytopes: Extremal Constructions and f-Vector Shapes*, Lecture 4, f-Vectors of 4-Polytopes, IAS/Park City Mathematical Series, Vol. 14 (2004) p. 47-54.
- [2] Ziegler G.M.: *Convex polytopes: Extremal Constructions and f-Vector Shapes*, Lecture 3, 2-Simple 2-Simplicial 4-Polytopes, IAS/Park City Mathematical Series, Vol. 14 (2004) p. 35-45.
- [3] Eppstein D., Kupenberg, G and Ziegler G.M.: *Fat 4-polytopes and fatter 3-spheres*, in *Discrete Geometry: In honor of W. Kupenberg's 60th birthday*: A. Bezdek, ed., Pure and Applied Mathematics. A series of Monographs and Textbooks, Vol. 253, Marcel Dekker Inc., New York, 2003, p.239-265.
- [4] Ziegler G.M.: *Face numbers of 4-polytopes and 3-spheres*, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, (ICM 2002 Beijing), Vol. III. Higher Education Press, Beijing, (2002) p. 625-634.
- [5] Ziegler G.M.: *On the Complexity of Space Tilings*,
www.math.tu-berlin.de/EuroComb05/Talks/Invited/IX-Ziegler.pdf
- [6] B. Grünbaum and G.C. Shephard: *Tilings and Patterns*, W.H. Freeman and Company, New York, 1987.
- [7] Reti T., Böröczky K.: *Topological Characterization of Finite Cellular Systems Represented by 4-Dimensional Polytopes*, Materials Science Forum, Vols. 474-474, (2005) p. 381-388.
- [8] Reti T., Csizmazia A., Felde I.: *On the Topological Characterization of 3-D Polyhedral Microstructures*, Materials Science Forum, Vols. 537-538, (2007) p. 563-570.
- [9] Williams R.: *The Geometrical Foundation of Natural Structure: A Source Book of Design*. New York, Dove, 1979.
- [10] Chraponski J., Malinski M. and Cwajna J.: *Stereological parameters of model polycrystalline structures built from polyhedra of various shape and size*. Acta Stereologica, Vol. 13, Part 3, (1994) p. 299-303.
- [11] Ziegler G.M.: *Personal communication*, 2007.

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

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



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

A HATÉKONYSÁG ÉS A TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK KÖZÖTTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA ABRAZÍV VÍZSUGARAS VÁGÁSKOR

Bodnár Krisztina

Abstract

Ultra high-pressure abrasive water jet cutting has for the last few years become a competitor to various procedures that generate heat.[1] Efficiency of the water jet cutting process can be characterised by the depth of kerf, which is one of the quickest way for investigate the waterjet cutting. Some results of experiments carried out for investigation of efficiency are summarised in the paper.

Összefoglalás

A nagynyomású abrazív vízsugaras vágás az utóbbi években vált egyre nagyobb versenytársává a különböző hőhatás elvét hasznosító vágási eljárásoknak.[1] A vízsugaras vágás hatékonysága a leggyorsabban az ún. bevágási mélység tanulmányozásával jellemezhető. A cikkben a hatékonyság és a technológiai paraméterek kapcsolatának feltárására irányuló kísérleteink eredményeit összegeztük.

1. Bevezetés

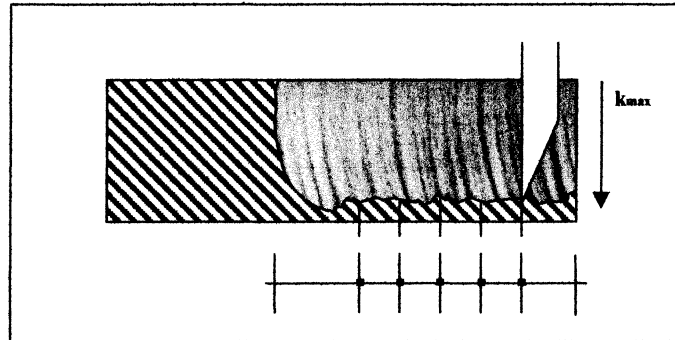
A cikk témája a hatékonyság és a technológiai paraméterek közötti kapcsolat vizsgálata abrazív vízsugaras vágásnál. Célunk többek között az, hogy matematikai kapcsolatot teremtsünk a technológiai paraméterek és a bevágási mélység között. Ez azért is célszerű, mert ilyen kísérletek ill. matematikai összefüggések teremthetnek alapot a vízsugaras vágás technológiai paramétereinek számítógéppel segített meghatározásához a végfelhasználók számára.

Az abrazív vízsugaras vágással történő megmunkálás lényege egy eróziós folyamat [2, 3]. A folyadékban lévő részecskéknek a munkadarabbal történő ütközésekor, az ütközés és az anyag jellemzőitől függően különféle jelenségek játszódnak le : nyírásos alakváltozás, képlékeny deformáció, repedések keletkezése és növekedése, keményedés, rideg törés, az anyag helyi megolvadása stb.

2. A hatékonyság vizsgálata

A cikk témája a hatékonyság és a technológiai paraméterek közötti kapcsolat vizsgálata abrazív vízsugaras vágásnál, így a továbbiakban a technológiai paraméterek (nyomás, előtolás, abrazív áram) és a hatékonyság közötti kapcsolatot vizsgáljuk.

Kutatásaink során a hatékonyság jellemzésére a vágórés mélységét – azaz az ún. bevágási mélységet vizsgáltuk, mely az egyik leggyorsabban és legegyszerűbben alkalmazható paraméter a a vágás hatékonyságának jellemzésére (1. ábra).



1. ábra. A bevágási mélység értelmezése

A bevágási kísérletek lényege, hogy az anyagot nem vágjuk át teljes keresztmetszetében, csak bevágásokat készítünk a technológiai paraméterek változtatásával. Azt vizsgáljuk, hogy különböző technológiai paraméterek mellett milyen bevágási mélység érhető el. A bevágási mélység mérésekor a hossz mentén végzett több mérés átlaga adja az adott paraméterekkel elérhető maximális bevágási mélységet (k_{max}).

3. Kísérleti körülmények

1. táblázat. Kísérleti körülmények és paraméterek

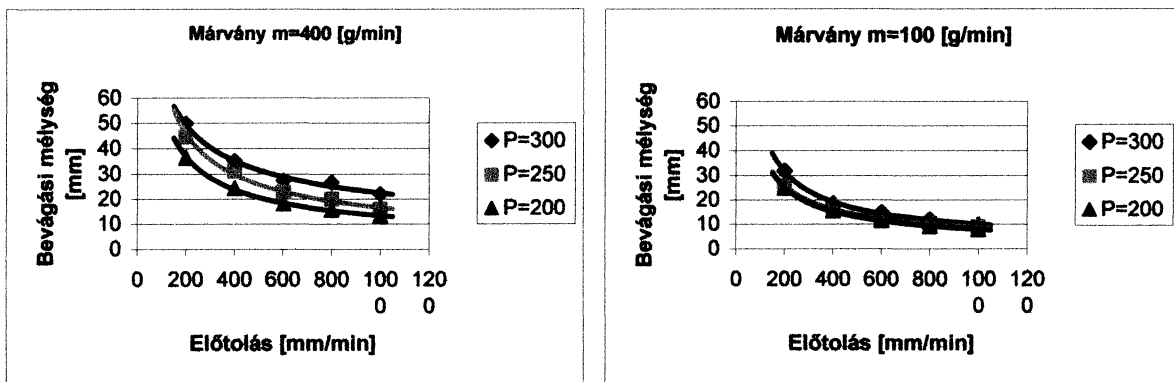
Állandó paraméterek előzetes tapasztalatok alapján	
Vizes fúvóka átmérője	0,25 mm
Abrazív fúvóka átmérője	0,8 mm
Abrazív fúvóka hossza	70 mm
Fúvóka magassága	2 mm
Abrazív típusa	GARNET #80
Változtatott paraméterek a márványra	
Víznyomás, Mpa	200-250-300
Abrazív áram, g/min	100-250-400
Előtolás, mm/min	200-400-600-800-1000
Változtatott paraméterek az acélra (S235JR)	
Víznyomás, Mpa	200-250-300
Abrazív áram, g/min	100-250-400
Előtolás, mm/min	60-80-100-120-140
Változtatott paraméterek az alumíniumra (AlMgSi0,5)	
Víznyomás, Mpa	200-250-300
Abrazív áram, g/min	100-200-400
Előtolás, mm/min	100-300-500-700-800

A kísérlet során márvány (fehér márvány, keménysége 3,5 a Mohs skála szerint) és acél (S235JR, DIN17100, általános szerkezeti acél, keménysége 130 HB) anyag vágásakor vizsgáltuk a hatékonyságot befolyásoló technológiai paraméterek közül az előtolás, nyomás és abrazív áram hatását a bevágási mélységre. A megmunkálási kísérleteket a miskolci Bay Zoltán Kutatóintézetben végeztük Inno Cutter 3600 típusú vízsugaras vágógépen.

A kísérlet során állandó és változtatott technológiai paraméterekkel dolgoztunk. Az állandó paraméterek értékeit egyrészt a technológiai lehetőségek határozták meg, másrészt előkísérletek alapján választottuk meg (1.táblázat).

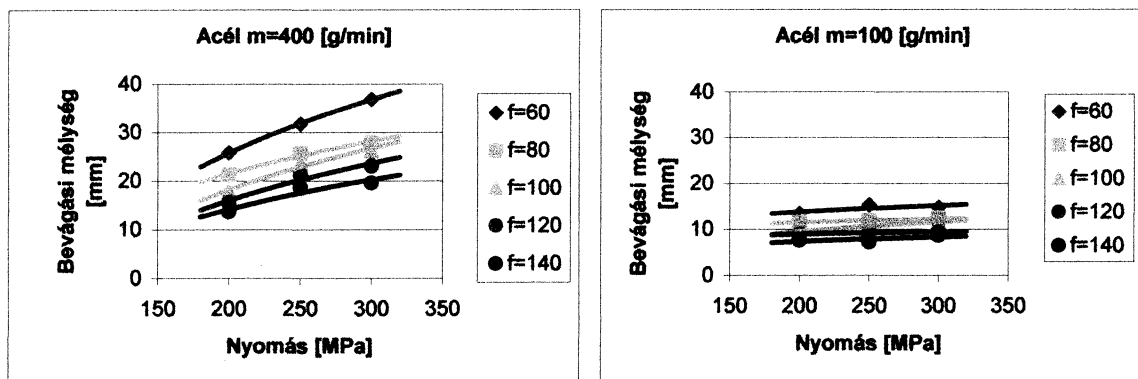
4. Eredmények kiértékelése

A technológiai paraméterek hatását vizsgálva megállapítható, hogy az előtolás hatása igen karakterisztikus. Növelésével egyértelműen csökken a bevágási mélység, főként a viszonylag kis előtolások tartományában.(2. ábra)[4]



2. ábra. Az előtolás hatása a bevágási mélységre különböző nyomásokon és abrazív áram esetén, márvány anyagon

A 3. ábra a nyomás hatását szemlélteti. Az ábrából látható, hogy a nyomás hatása jóval lineárisabb, mint az előzőekben bemutatott előtolásé. [4]



3. ábra. A nyomás hatása a bevágási mélységre különböző előtolásokon és abrazív áram esetén, acélnál

Az acélnál megfigyelhető, hogy 400 g/min abrazív áram esetén a különböző előtolásoknál a nyomásnak még viszonylag nagyobb szerepe van, addig 100 g/min abrazív esetén már szinte alig van hatása a bevágási mélységre.

5. Következtetések

A vízsugaras vágás hatékonyságának vizsgálatára elvégzett technológiai kísérletek kiértékeléséből az alábbi főbb megállapítások tehetők:

- A hatékonyság elemzésére az egyik leggyorsabb és leghatékonyabb módszer az ún. bevágási mélység vizsgálata.
- A bevágási mélységet az előtolás növelése csökkenti, míg a nyomás és az abrazív áram nagyságának növelése növeli.
- A különböző anyagok megmunkálhatóságát vizsgálva igazolható az az irodalmi megállapítás, hogy az anyagleválasztás alapvetően a szívós ill. rideg erózió révén történik.
- A márvány, acél, és alumínium anyagok közül vízsugaras vágással legkönnyebben a márvány, míg legnehezebben az acél munkálható meg.

Irodalom

- [1] Momber, A.W.- Kovacevic, R.: **Principles of Abrasive Water jet Machining**, Springer- Verlag London Limited, 1998, p394
- [2] Polák, H.- Maros, Zs.: **Anyagleválasztási mechanizmusok nagynyomású vízsugaras vágásnál**, microCAD 2000 International Computer Conference, Miskolc, 2000. febr. 23-24, section H, 85-90. old.
- [3] R.A.Tikhomirov: **High-pressure jetcutting**, New York, 1992. 35-37.old.
- [4] Bodnár, K.: **A hatékonyság vizsgálata különböző anyagok abrazív vízsugaras vágásakor**, Miskolc, 2005 TDK konferencia, 14-15.old.

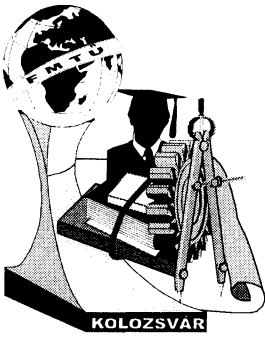
Bodnár Krisztina, hallgató

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Cím: H-3525, Magyarország, Miskolc, Kis-Hunyad utca 40.

Telefon / Fax: +3670/7742676

E-mail: bodnar_krisztina@yahoo.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ELMÉLETI PROFILHIBA-MENTES CSIGAMARÓ MODELLJÉNEK MEGALKOTÁSA

Böjte György

Abstract

This paper presents the kinematic model of gear cutting using a non-conventional shaped worm-hob. Using the features of the Autocad software, the contact between the workpiece and the tool can be simulated in every moment of the cutting operation. Using the features provided by the substraction menu, the theoretically perfect conjugate worm hob reference surface can be achieved. It is proved that the theoretically perfect conjugate worm surface is different from the convolute worm surface. The advantage of the presented method is the simplicity of the mathematical model, and the information obtained by continous vizualization.

Összefoglalás

A dolgozat az elméletileg tökéletes csigamaró és az evolvens fogaskerék kapcsolódásának szimulációját mutatja be. Az Autocad platform segítségével a szerszám és a darab kapcsolódásának minden pillanata szimulálható. A testkivonás műveletének felhasználásával, a kapcsolódás kinematikája alapján előállítható az elméletileg tökéletes felületű csigamaró. Bizonyított, hogy ez különbözik a hagyományos konvolut csigából származtatott csigamarótól. A bemutatott eljárás előnye az egyszerűségében rejlik, valamint a folytonos vizualizálás által nyújtott információban.

Geometriai alapok

Az összes jelen pillanatban használt generáló szerszámok közül csak a szabvány trapézprofilú fogasléc burkol tökéletes evolvenst. A csigamaró is evolvenst generálna, ha a tengelye nem lenne megdőltve a csigamaró csavarvonalának az emelkedési szögével. A szakirodalom szerint, a gyakorlatban használt 1-3 fokos dőlésszögű csigamarók hibája elhanyagolható. E kis értékű szög megköveteli, hogy a maró egybekezdésű és viszonylag nagy átmérőjű legyen, ami nem előnyös a termelékenység és az anyagmegtakarítás szempontjából. A hiba kizárása a hajtás jobb működését szolgálja, és lehetővé teszi a nagyobb emelkedésszögű csigamarók használatát.

A dolgozatban bemutatott numerikus módszer a testmodellezésen alapul. A felhasznált CAD környezet a Mechanical Desktop – AutoCAD, valamint a Visual LISP programnyelv. A maró tervezése a fogaskerék testmodelljének folyamatos kivonását létrehozó eljárásan alapszik. Ennek segítségével elkerülhetők a nehézkes, analitikusan kezelhetetlen matematikai képletek, és az eredmények kimutatása folytonos, és sokkal látványosabb, mint a hagyományos burkoláselméleten alapuló matematikai modell esetében.

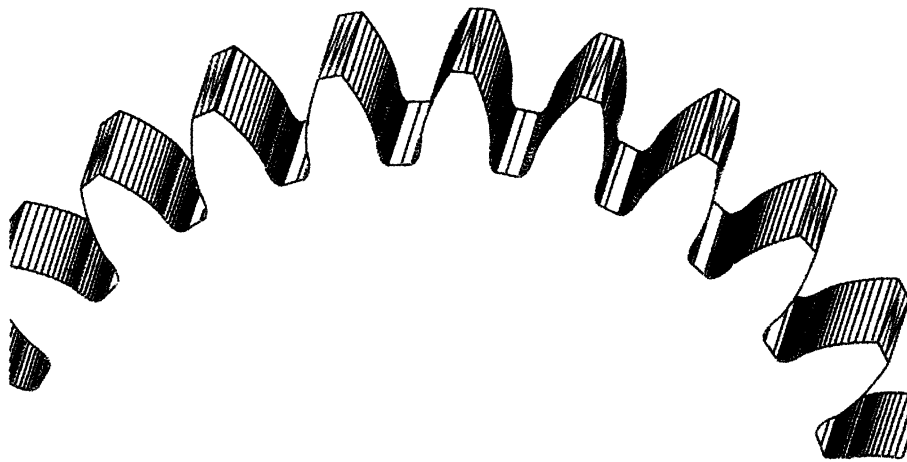
A feladat megoldásának elve

A kivonásos módszer tulajdonképpen a forgácsolási folyamatot szimulálja. Ha adott egy szerszám testmodellje és a munkadarabhoz viszonyított mozgástörvénye, akkor a szerszám

pályája mentén való diszkrét léptetése, és a munkadarabból való kivonása által megkapható a generált felület. A jelen esetben az evolvenskerék fogainak felületei fogják alkotni a generáló sereget. A csigamaró helyére egy, a csigamaró külső átmérőjével megegyező átmérőjű egyenes körhenger kerül. A sorozatos kivonások eredményeképpen a hengerből a csigamaró származtató felülete keletkezik. Jelen dolgozatban a egyenes hengeres evolvenskerékkel készül.

A fogárok profiljának a megjelenítése

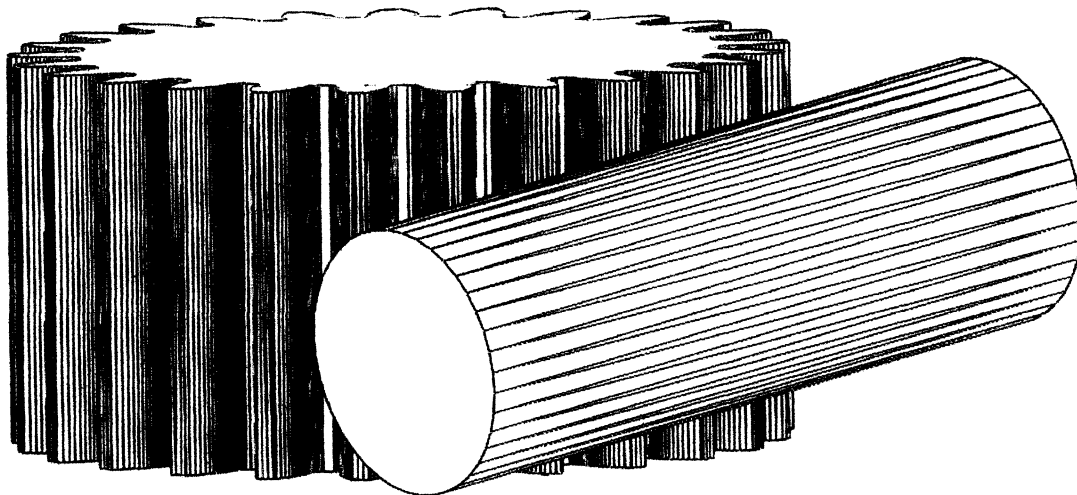
Kiindulási pontként a megmunkálendő fogaskerék fogárok felületeire van szükség. Ezt az evolvens parametrikus egyenleteivel is meg lehet rajzolni, de a fogasléc és kerék párra alkalmazott kivonásos módszer segítségével is létre lehet hozni (1.ábra).



1. ábra. A fogaskerék modellje

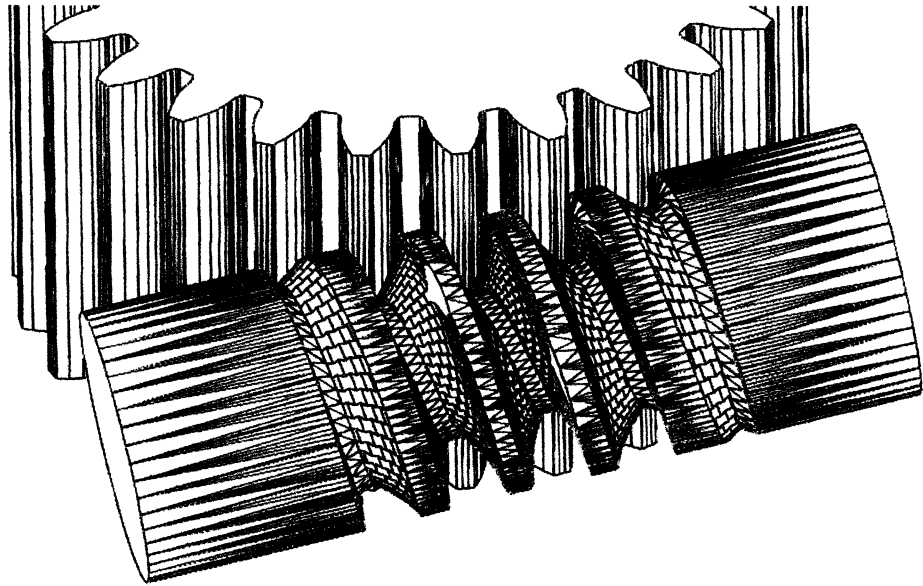
A csigamaró kezdeti hengere és a fogaskerék interferenciájának a modellezése

A csigamaró és a fogaskerék relatív elmozdulásának modellezéséhez szükséges a származtató csiga bizonyos konstruktív paramétereinek meghatározása (normállépés, axiális lépés, osztóhengeri átmérő, dőlésszög), és a virtuális hajtás tengelytávja. Ezeknek ismeretében létrehozható a kerék és a kezdeti henger relatív kiindulási helyzete (2.ábra):



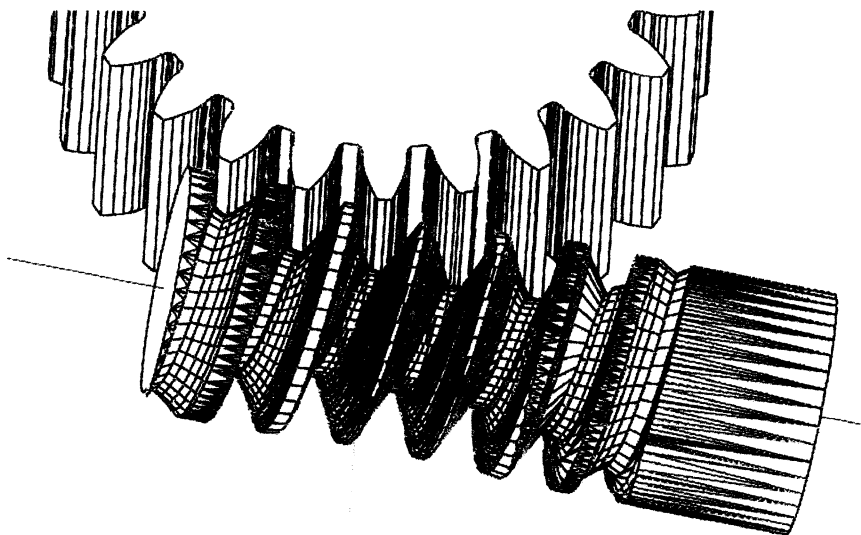
2. ábra. A csigamaró és a kerék kiinduló helyzete

A fenti helyzetből indul a sorozatos kivonáson alapuló generálás: a fogaskerék egy, av választott pontosságnak megfelelő értékű szöggel elfordul a saját tengelye körül, míg a csigamaró ennek a szögnek a kerék fogszáma által meghatározott többszörösével.



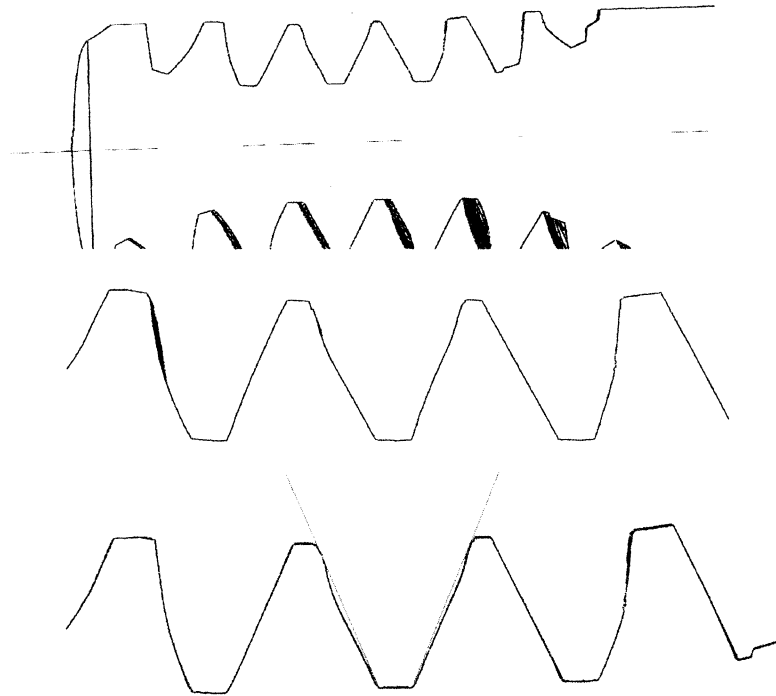
3. ábra. A keletkezett csigamaró

Az így keletkezett szerszám felülete tökéletes, de kizárólag az öt generáló kereket tudja burkolni. Alakja, amint az a 3. sz. ábrán is megfigyelhető, a globoid csigára emlékeztet. A csigamaró viszont bármekkora fogszámú kerék megmunkálását lehetővé kell tegye. Így nem engedhető meg, hogy a kerék külső köre a csigamaró alakját korlátozza. Ennek érdekében a csigamaróhoz még egy mozgást szükséges csatolni, mégpedig egy saját tengelye mentén való eltolást. Ennek következtében a fogaskerék szögsebessége úgy kell módosuljon, hogy a legördülés csúszásmentes maradjon. Az így keletkezett modell a 4.sz. ábrán látható.



4. ábra. Tangenciális előtolással keletkezett csigamaró

Ennek a modellnek lefuttatása eredményeképpen a szerszám igazi csigamaró alakot kezd öltetni. A kivonás művelete viszont idő és memóriaigényes. A számítógép tehermentesítése és a futtatási idő csökkentése érdekében célszerű 1-2 lépéshossz megtétele után a programot leállítani. Az így kapott testmodell és a csavar-homlokfelület metszéseként jön létre a csigamaró éle (5.ábra):



5. ábra. A csigamaró tengelymetszeti profilja

Következtetések:

Látható, hogy a csigamaró éle nem egyenes trapézprofil, hanem görbe.

Nem utolsósorban, a program futtatásakor vizualizált, időben alakuló testmodellek a darab és a szerszám geometriai viszonyát időben ábrázolják, és így igen hasznos didaktikai eszköz keletkezik.

Szakirodalom:

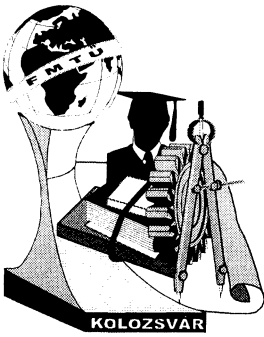
- [1] Gyenge, Cs., e.a. Fogazott alkatrészek tervezése. Gloria Kiadó, Kolozsvár, 1999.
- [2] Hollanda, D., Máté, M. Aschiere și scule. Editura Universitatii „Petru Maior”, 2004.
- [3] Litvin, F.L. A fogaskerékkapcsolás elmélete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1972.

Bőjte György, hallgató

Sapientia E.M.T.E, Marosvásárhely, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék

Cim: Románia, Marosvásárhely, 540053, Segesvári út 1C

E-mail: bogyorgy@yahoo.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ÚJ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A NEMZETKÖZI METSZÉKÁRAMLÁS ELŐREJELZÉS TERÜLETÉN

Decsi Tamás
Konzulens: Dr. Dán András

Abstract

Due to the electricity market liberalisation the role of the interconnected tie-lines have been changed dramatically. New algorithms were developed to predict the power-flow of tie-lines to satisfy the requirements of commercial and system reliability demands in Hungary. The aims of the examination were to compare the results of two different algorithms and to determine which one is expedient and to determine their adaption limits. According to the results parallel usage of the methods should be done.

Összefoglalás

A piaci liberalizáció következtében a nemzetközi távvezetékek szerepe átalakult. Jelenleg már nem csak üzembiztonsági szerepet töltenek be, hanem jelentős mértékű kereskedelmi szállításokat bonyolítanak le rajtuk. A kereskedelmi, és üzembiztonsági igények kielégítésére több áramlás előrejelző algoritmust is kidolgoztak Magyarországon. A vizsgálat célja volt, hogy megállapítsam, melyik algoritmust célszerű továbbfejleszteni, illetve megállapítani az algoritmusok alkalmazási korlátait. Az eredmények alapján, megállapítható, hogy mindkét alkalmazás megfelelő. Együttes alkalmazásukkal jobb eredmény lenne elérhető.

1. Az új algoritmusok

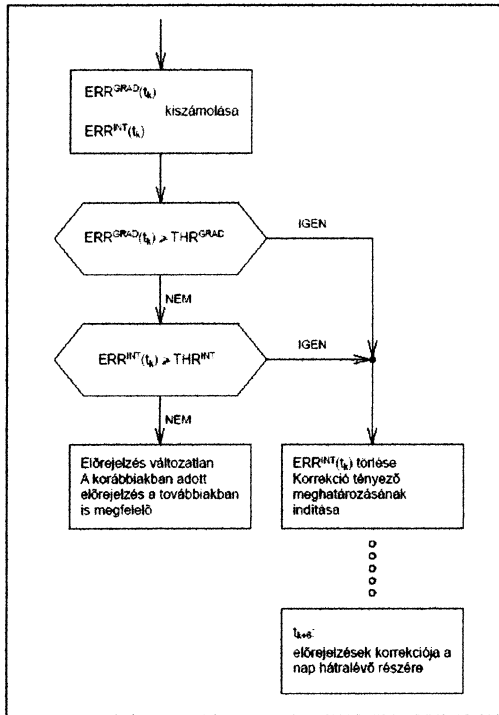
A vizsgálatok során két eltérő elméleti alapokon nyugvó előrejelző algoritmust hasonlítottam össze. Az első egy statisztikai alapon előrejelző algoritmus. A második pedig egy, az új villamos védelmeknél is alkalmazott gradiens figyelő algoritmus, mely egy már meglévő előrejelzést pontosít.

1. 1. A PROVENTUS algoritmus^[2]

Az összehasonlított algoritmusok közül az első a PROVENTUS (PROVENTUS Consulting Oktató és Tanácsadó Bt.) 1 órára előrejelző algoritmus. Az algoritmus a lineáris regresszió segítségével jelez előre áramlásokat, minden órára és metszékre különböző modellt alkalmaz. (6 metszékre összesen: $24 \cdot 6 = 144$ db. egyenlet.) Az algoritmus felhasználja a rendelkezésre álló kereskedelmi menetrendeket és a metszékáramlások tényértékeit, melyek a MAVIR SCADA mérésgyűjtő rendszeréből származnak. A modellek természetéből kifolyólag metszék óras átlagteljesítményét jelzi előre az algoritmus.

1.2. A GRADINT algoritmus^[1]

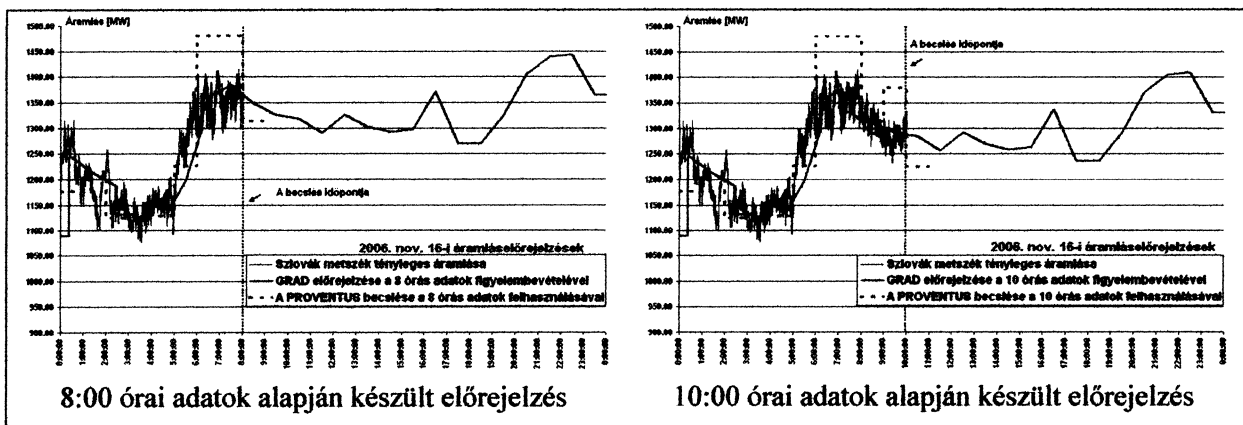
Az algoritmus alapját az a megfontolás adja, hogy a jelentős metszékáramlás változásokat a távvezetékek kapcsolásai okozzák. (Jellemzően üzemzavari esetek, amikor a topológia jelentősen megváltozik.) A kapcsolások hatásai pillanatszerűnek tekinthetők a 6 másodpercenkénti gyakorisággal rendelkezésre álló tényáramlás adatokat figyelembe



1. ábra. A GRADINT hatásvázlata

veve (SCADA mérésgyűjtő). Az algoritmus működése során a nagy gradiensű változásokat követően egy ofszet jellegű eltolással korrigálja a már korábban a PTFD (Power Transfer Distribution Factor) tényezők segítségével elkészített napi előrejelzést^[3]. A gradiens figyelés kiegészül a „lassú” menetrend eltérésből eredő hibát kiszűrő integráló taggal is. Az egyes elkülönült tagok jól megfigyelhetők az algoritmus hatásvázlatán (1. ábra). Az algoritmus pillanatértéket jelez előre minden egyes határkeresztező távvezeték áramlásértékére.

A 2. ábrán jól látható a két algoritmus előrejelzése közötti különbség. (A PROVENTUS egy órás előretekintése, szaggatott vonal és a GRADINT nap végéig tartó előrejelzés görbéje.)



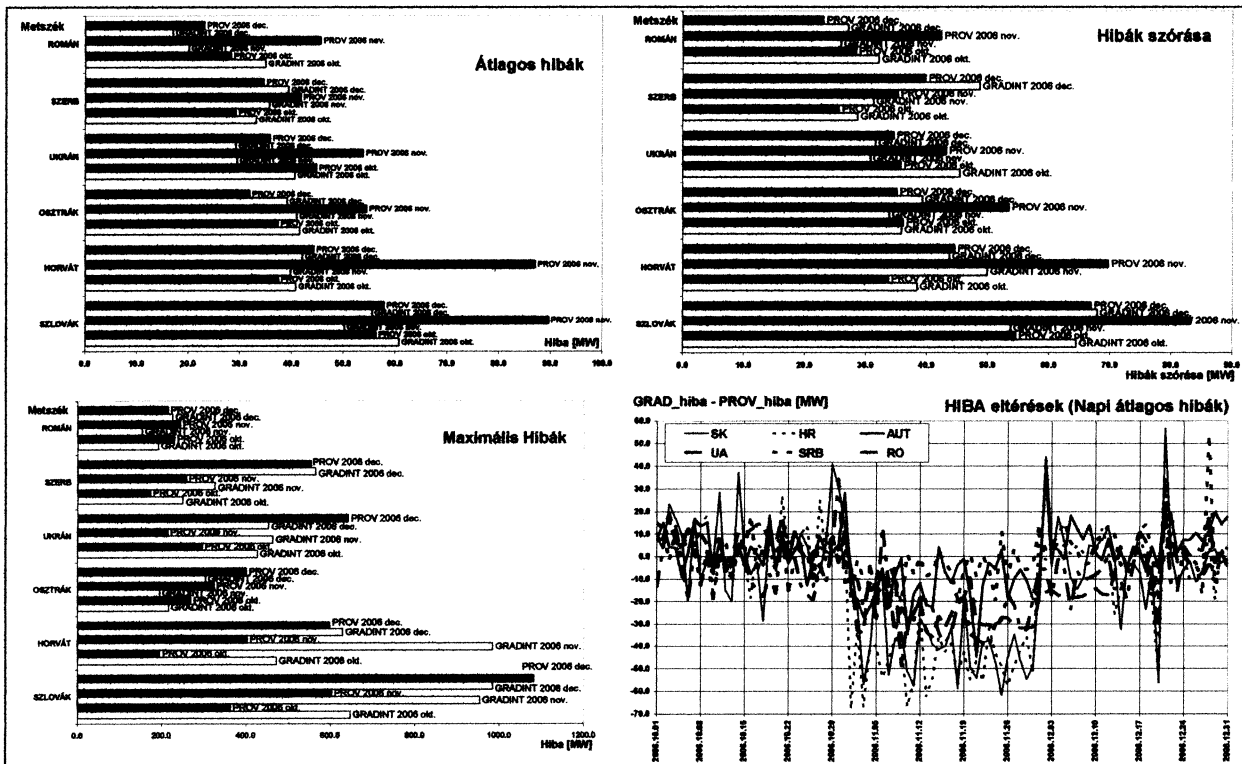
2. ábra. Az algoritmusok működése (2006. november 16-án)

2. Összehasonlítás, értékelés

A vizsgálatokat 2006. 4. negyedév adatainak segítségével végeztem el. A két algoritmus összehasonlíthatósága érdekében az összehasonlításához a 1-24 órára vonatkozó 1 órás előrebecslést vizsgáltam. A hibának minden óra egészre adott becslési érték és az óra egészszori pillanat

metszékáramlás érték különbségének abszolútértékét tekintetem. Így egy napra 23 minta adódott, ami összesen $23 \cdot 92 = 2116$ minta metszékenként. Az elvégzett vizsgálatok eredményeit a 3. ábra grafikonjai foglalják össze.

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy az egyes algoritmusok átlagos pontossága, szórása és maximális hibája között nem figyelhető meg jelentős különbség, figyelembe véve a metszékáramlások mértékét, és a pillanatértékek ingadozását (4. ábra).



3. ábra. Az algoritmusok hibái, szórásaik (2006. október-december)

Az eredmények részletes elemzése során azonban megállapítható, hogy a topológia változásokat követő 2-3 órában a GRADINT algoritmus pontosabb. A megfigyelés igazolja a két algoritmus eltérő elvéből eredő pontossági várakozásokat, ugyanis a GRADINT algoritmus éppen ezen topológia változások előrejelzés pontatlanságok kijavítására készült.

Az eredmények értékelése során azonban figyelembe kell venni, hogy a PROVENTUS algoritmus nem arra készült, hogy metszékáramlás pillanatértékeket jelezzen előre, hanem hogy órás átlagértéket. Az órás hibaátlag értékeiket, és a tényáramlások szórásait a 4. ábra mutatja. A tényáramlás nagy szórása ismeretében (4. ábra) kijelenthetjük, hogy jelentős javulást a pillanatértékek előrejelzésében nem várhatunk, de órás átlagok tekintetében van esély javítani az algoritmusok pontosságát.

		SLK	HR**	AUS	UKR	SRB	ROM
PROV - 2006. 3. negyed év Hibák*	Átlag [MW]	43.1	33.5	25.3	21.3	22.9	19.7
	Szórás [MW]	56.5	41.4	25.1	26.6	25	17.9
Tényáramlás szórása**	Szórás [MW]	120	55	105	50	50	70
* PROVENTUS programjának fájlja alapján							
** 2007.01.20-i metszékáramlás adatok alapján							

4. ábra. A PROVENTUS algoritmus hibajellemzői órás átlagértékek esetén

3. Következtetések, lehetőségek

Célszerű lenne a két algoritmus együttes alkalmazása. Normál esetben a PROVENTUS algoritmus szolgáltatná az előrejelzést, amit üzemzavari algoritmusként a GRADINT írta felül a nagy nemzetközi távvezetékek teljesítmény gradienseit okozó eseményt követő 2-3 órában.

Az algoritmusok pontosságát növelhetné, ha több adat állna rendelkezésre. Ilyen adat lehetne a környező országok hálózati topológiájának ismerete valós időben az eddigi napi 4 modell helyett, vagy időjárási adatok felhasználása. (Németországi jelentős szél erőmű kapacitás termelése nagymértékben függ a szélről és a jogi szabályozás következtében Berlintől Bécsig gyakorlatilag bármilyen volumenű kereskedelmi ügylet megköthető, ami azt eredményezi, hogy a szél hatása jelentősen befolyásolja a szlovák és osztrák metszék áramlást.)

Irodalom

- [1] Decsi Tamás: *Dipomaterv: Határkereszteszű távvezetékmetszék teljesítményáramlásainak napon belüli előre becslése*, BME, Budapest (2006)
- [2] Göllöncsér Péter, Sebestyén Géza, Sulyok Zoltán: *A magyar villamosenergia-rendszer határmetszéki áramlásainak statisztikai alapú előrejelzése*, Elektrotechnika, 2006. 99.évfolyam 9.szám 8-10. oldal
- [3] Göllöncsér Péter, Sulyok Zoltán: *A magyar villamosenergia-rendszer határmetszéki áramlásainak előrejelzése*, Elektrotechnika, 2004. 97.évfolyam 12.szám 336-339. oldal

Decsi Tamás (PhD hallgató), **Dr Dán András**

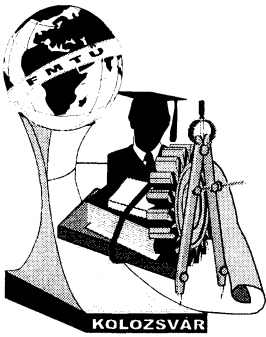
Intézmény: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Villamos Energetika Tanszék, Villamos Művek és Környezet Csoport

Cím: H-1111, Magyarország, Budapest, Egry József u. 18., V1. épület, III. em

Telefon: +36-20-442-4834, +36 1 463-2904, +36 1 463-3019

Fax: +36 1 463-3600

E-mail: decsi.tamas@phd.vet.bme.hu; dan.andras@vet.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

MŰSZAKI MŰANYAGOK ESZTERGÁLÁSOKOR NYERT FELÜLETEK MIKROGEOMETRIAI VIZSGÁLATA

Farkas Gabriella

Abstract

The engineering plastics bulk large among the structural materials. These plastics are often machined by cutting. The technical literature provides cutting parameters so generally. These parameters show only the work piece's deformation and softening rates but not the surface roughness. The quality of machined surface is featured by roughness parameters which is affected by joint effect of more factors. This study has examined the usual 2D roughness features. This article present the micro-geometrical study of cutted surfaces in cases of different engineering plastics.

Összefoglalás

A szerkezeti anyagok között jelentős szerep jut ma már a műszaki műanyagoknak. Megmunkálásuk gyakran forgácsoló eljárásokkal történik. A szakirodalom a forgácsolási paramétereket igen általánosan és tág határok között adja meg, amelyek elsősorban a jó forgácsleválasztásra valamint a munkadarab deformációjának, esetleges lágyulásának elkerülésére irányulnak, nem a felületi simaságra. A megmunkált felület minőségét érdességi paraméterekkel jellemzik, melyet több tényező együttes hatása is befolyásolhat. A mikrogeometriai vizsgálatok során a műszaki gyakorlatban elterjedt 2D érdességi jellemzőket vizsgáltuk. A kutatási munka betekintést ad a forgácsolással megmunkált felületek mikrogeometriai vizsgálatába különböző műszaki műanyagok esetében.

1. Bevezetés

Az acélok megmunkálását forgácsolással, az esztergált felület mikrogeometriai érdességi paramétereit valamint azok változását a különböző forgácsolási paraméter-beállításokkal már évtizedek óta vizsgálják, kutatják. A korszerű műszaki műanyagok megjelenése a szerkezeti anyagok között új feladatokat jelent a műszaki gyakorlatnak mind a megmunkálás mind a felhasználás területén. A műanyagok megmunkálási körülményei még nem konkrétan meghatározottak. A kísérletekkel célunk az volt, hogy egy komplex forgácsolási kísérletet végrehajtva megvizsgáljuk a műanyagok esztergálása során létrejövő felület mikrogeometriai jellemzőit és az esztergálási paraméterek változásának hatását a felület minőségére.

2. Anyag és módszer

A forgácsolási kísérleteket a BMF Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Gépgyártástechnológiai Szakcsoport Gépműhelyében az NCT EUROTURN 12B CNC-vezérlésű, HSC esztergán végeztük PET, PEEK, POM C, PA 6 műszaki műanyagokon. A megmunkálás során alkalmazott paraméterek és az egyes kísérleti beállítások a következők voltak:

- a forgácsolókés geometriája: κ_r : 93° ; α_0 : 7° ; λ_s : 0° ; r_ϵ : 0,4 mm;
- a lapkák éllekerekedése, r_n : 8-12 μm ;

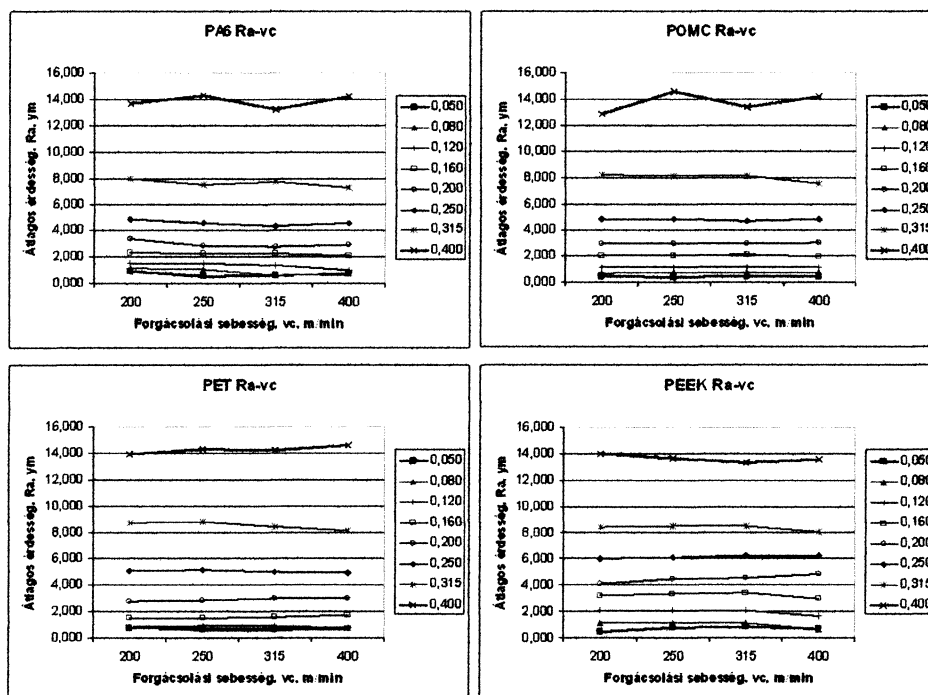
- forgácsolási sebesség, v_c : 200; 250; 315; 400 m/min;
- előtolás nagyolási fázisban: f : 0,2; 0,25; 0,315; 0,4 mm;
- előtolás simítási fázisban: f : 0,05; 0,08; 0,12; 0,16 mm;
- fogásmélység, a : 0,5 mm;
- munkadarabok mérete: $\varnothing 40 \times 80$ mm;
- a megmunkálás során hűtést nem alkalmaztunk.

A forgácsolási kísérletekhez a műszaki műanyagok közül négy hőre lágyuló polimert választottunk ki, melyek a szakirodalom javaslatai alapján gyakran alkalmazott és jól forgácsolható anyagok [1,2,3]: öntött poliamid 6, PA 6; poli(oxi-metilén), POMC; poli(etilén-tereftalát), PET; poli(éter-éterketon), PEEK. A mikrogeometriai vizsgálatokat Mahr Perthometer-Concept típusú tapintófejes műszerrel végeztük el. A megmunkált felületek a szabványnak megfelelő hosszon ($l_m=4$ mm) az előírt szűrő ($l_c=0,8$ mm) alkalmazásával kerültek kiértékelésre [4,5]. A mérések során a mérési technika lehetőségei szerint felvettük a szűretlen (P) profilt, a szűrt érdességi (R) profilokat, valamint 9 érdességi (R), 5 hullámossági (W) és 6 szűretlen (P) paramétert [6]. A kísérletek során megfigyeltük a műszaki műanyagok esztergálási viselkedését, vizsgáltuk a megmunkált felület érdességi jellemzőit, továbbá a keletkező forgács elemzéséhez forgácstablót készítettünk.

3. Eredmények

3.1. A megmunkált felület átlagos érdességének vizsgálata

A forgácsolt munkadarabok felületét tapintótűs érdességmérő berendezéssel megvizsgáltuk és a felületi érdesség kitüntetett paraméterének (R_a) alakulását diagramban ábrázoltuk (1. ábra).



1. ábra. Az átlagos érdesség (R_a) a forgácsolási sebesség függvényében azonos előtolásokkal és fogásmélységgel a vizsgált műanyagok esetén

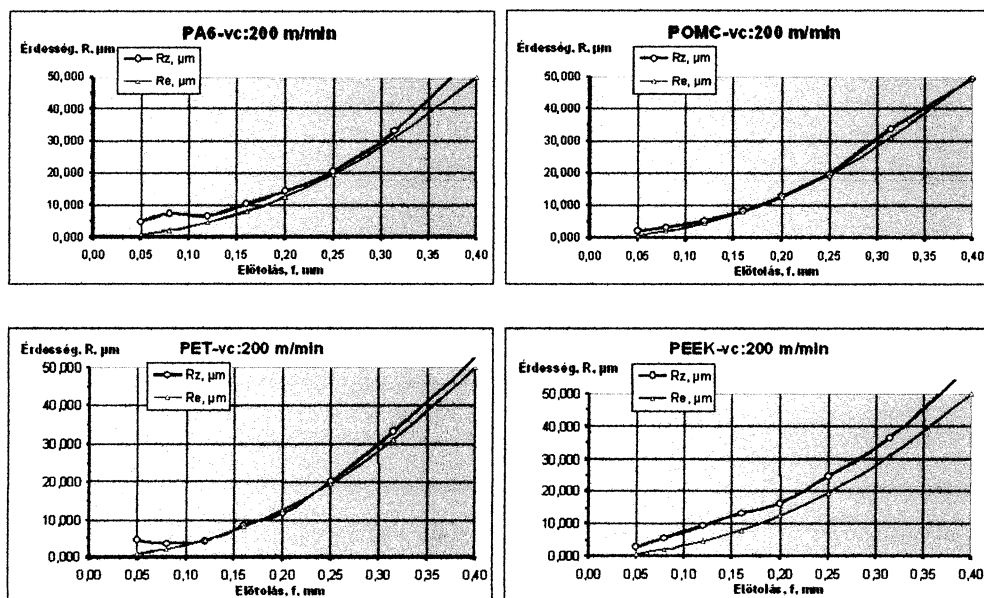
A vizsgálat tartományban ($v_c = 200-400$ m/min) a forgácsolási sebesség befolyása az R_a értékére a vizsgált műszaki műanyagok esetén nem volt jelentős, az előtolás növelésének ellenben jelentősebb hatása figyelhető meg. Kis előtolásokkal ($f = 0,05-0,12$ mm) igen finom felületet érhető el, és az átlagos érdesség értéke az alkalmazott megmunkálási beállításokkal $R_a = 1,6$ μm alatt biztosan tartható.

3.2. Az elméleti és a mért felületi érdesség vizsgálata

Az esztergálás során keletkező felület elméleti érdességét az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni:

$$R_e = \frac{f^2}{8 \cdot r_c} \quad (1) [7]$$

ahol: R_e : elméleti érdesség [μm]; f : előtolás [mm]; r_c : a forgácsolókés csúcssugara [mm]. A kísérletek során azt vizsgáltuk, hogy a mért egyenetlenség magasság (R_z) értéke hogyan alakul a számított, elméleti érdességhez (R_e) képest az előtolások függvényében. A vizsgálat eredményeit mutatja a 2. ábra. A mért felületi érdesség összességében jól követte a várható elméleti érdesség jelleggörbéjét, néhány eltérés azonban megfigyelhető az alábbi műanyagok esetében: Az öntött poliamid 6 esetén a mért (R_z) és az elméleti (R_e) érdesség közötti eltérés $f=0,05-0,08$ mm esetén igen nagy: 31-521 %. R_z értéke az előtolás növelésével $f=0,2-0,3$ mm tartományban 5-14 % között mozog, $f=0,3$ mm felett 6-11 %, azaz az eltérés az előtolás növelésével csökken. A poli(oxi-metilén) esetén látható, hogy a mért (R_z) és az elméleti (R_e) érdesség közötti eltérés 1-173% összességében itt kisebb, mint a többi műszaki műanyag esetében. A poli(etilén-tereftalát) diagramjából megfigyelhető, hogy az egyenetlenség magasság (R_z) értéke nagyobb előtolásoknál szorosan illeszkedik az elméleti (R_e) érdességhez. A $v_c=200$ m/min forgácsolási sebesség esetén a kis előtolás-tartományban ($f=0,05-0,08$) az eltérés 185 %-ra nő. A PEEK esetén az R_z értéke viszonylag szabályosan követi az elméleti érdességet, de minden előtolásnál meghaladták az R_e elméleti érdesség értékeit 19-275%-kal.



2. ábra. Az elméleti (R_e) és a mért (R_z) felületi érdesség az előtolás függvényében az egyes műszaki műanyagoknál $v_c=200$ m/min esetén

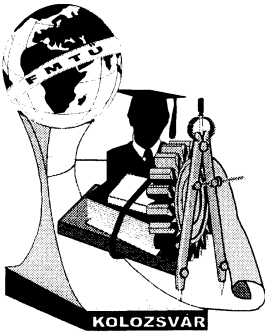
4. Összefoglalás, következtetések

- A kiválasztott műszaki műanyagok (PA 6, PET, POM C, PEEK) forgácsolása során a felületi simaságot meghatározó R_a értékét döntően az előtolás befolyásolta. A forgácsolási sebesség hatása az érdesség alakulására – a vizsgált tartományban – nem számottevő, amely eltér az acéloknál tapasztaltaktól.
- Kis előtolásokkal ($f=0,05-0,12$ mm) végzett esztergálással nagyon finom felület ($R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$) érhető el, amely a forgácsolási sebességek tág határok ($v_c=200-400$ m/min) közötti változtatásával is biztosan tartható.
- Az R_z értékei a vizsgált tartományban az elméleti érdesség (R_c) folyamatosan növekvő görbét csak a nagyobb előtolásoknál követte, kis előtolásoknál ($f=0,05-0,12$ mm) már jelentős eltérést mutattak (19-521%), a forgácsolási sebesség elhanyagolható befolyása mellett a $v_c=200-400$ m/min tartományban.

Irodalom

- [1] dr. Kalácska Gábor: *Műszaki műanyagok gépészeti alapjai*, Mineva-Sop. 1997. 62. old.
- [2] dr. Füzes László, dr. Kelemen Andorné: *Műszaki műanyagok zsebkönyve*, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1989. 182-362. old.
- [3] dr. Kalácska Gábor: *Műszaki műanyag féltermékek forgácsolása*, Quattroplast Kft. Gödöllő, 2005. 5-17. old.
- [4] ISO 4288:1996 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Rules and procedures for the assessment of surface texture.
- [5] Palásti, K. B., Czifra, Á., Kovács, K.: *Microtopography of machined surfaces, tribological aspects of surface and operation*, DMC 2002 The 4th International Scientific Conference Development of Metal Cutting, Kassa, 22-23. May 2002. p.:50-57.
- [6] ISO 4287:1996 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definition and surface texture parameters.
- [7] Palásti Kovács Béla: *Forgácsolással megmunkált felületek mikrogeometriájának értékelése*, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1983. 31-35. old.
- [8] dr. Sipos Sándor, Bíró Szabolcs, Tomoga István: *A termelékenység és a minőség egyidejű növelése wiper élgeometriával*, Gépgyártás XLVI. évfolyam, 2006/4. 17-24. old.

Farkas Gabriella, tanársegéd, doktorandusz
 Munkahely: Budapesti Műszaki Főiskola Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
 Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet
 Cím: H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.
 Telefon: +36-1-6665339 Fax: +36-1-6665480
 E-mail: farkas.gabriella@gbk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

HULLADÉK CSÖKKENTÉSE ALUMÍNIUMLEMEZ POLIURETÁN PÁRNÁVAL TÖRTÉNŐ KIVÁGÁSÁNÁL

Fazekas Gábor, Végvári Ferenc

Abstract

Proceeding of the sheet metal by elastic medium is an economic way of producing law set sheet metal worked parts. The advantages of this method compared with the conventional ones are: the price of the tooling is lower and it can be manufactured in lower time. But there are some disadvantages: an increased load demand, and in some cases a lower material utilization. We carried out experiences in order to increase the material saving, and in this way to make this technology more economically.

Összefoglalás

A kissorozatú lemezmegmunkálásban gazdaságosan alkalmazható eljárás a rugalmas közeggel történő lemezmegmunkálás. Az eljárás előnye, hogy gyorsabban elkészíthető a hagyományos szerszámoknál jóval olcsóbb kivágószerszám. Hátrányai a megnövekedett erőszükséglet és az esetenként rosszabb anyagkihozatal. Kísérleteket végeztünk arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet az anyagkihozatalon javítani, hogy az eljárás gazdaságosságát növeljük.

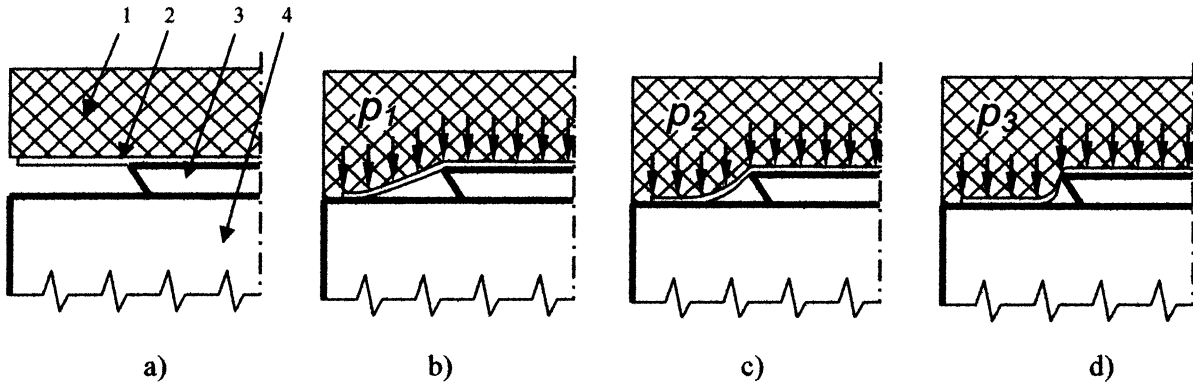
1. Bevezetés

Az 1900-as évek elejétől ismert a rugalmas közeggel való lemezmegmunkálás. Kezdetben a rugalmas közegként gumit használtak főleg a repülőgépgyártásban az egyes elemek alakítására. Az ötvenes években a poliuretán megjelenésével elkezdődött a technológia szélesebb körben való alkalmazása. Ma már széles körben használatos a rugalmas közeg a lemezmegmunkálásban. Kivágásnál történő alkalmazásánál a szerszám egyik fele szerszámacélból készült, a munkadarab alakjának megfelelő lap – vágólap – de a másik szerszámfelet egy gumi vagy poliuretán párna helyettesíti. Ezáltal egy olcsóbban előállítható szerszámot kapunk.

2. Kivágás folyamata

A poliuretán párnával történő kivágás folyamatát az 1. ábrán követhetjük nyomon. A kivágandó lemezt felhelyezzük a vágólapra, amelyhez a párna hozzászorítja azt (1.a ábra). A párnanyomás emelkedésével (p_1) a kivágandó lemez alakváltozik, a párna kezdi leszorítani (1.b ábra). A párnanyomás további növekedésével (p_2) a lemez a vágólaphoz húzódik befelé addig, míg a növekvő nyomás következtében ki nem alakul olyan mértékű súrlódó erő a leszorító lapon, amely

megakadályozza a lemez további elmozdulását (1.c ábra). A párnanyomás növekedés hatására (p_3) a lemez vágólap élén elszakad (1.d ábra).



1. ábra. A kivágás folyamata
1 – poliuretán párna, 2 – lemez, 3 – vágólap, 4 – leszorító lap

3. A kísérlet leírása

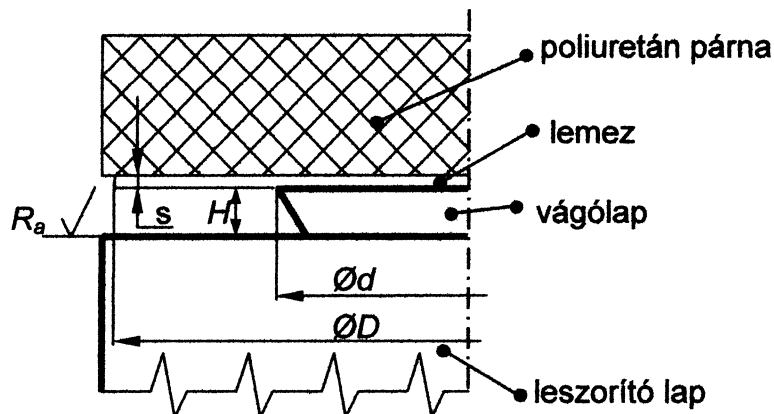
A hulladék csökkentését az alábbi paraméterek változtatásával vizsgáltuk:

- poliuretán párna párnanyomása;
- vágólap magassága;
- leszorító lap felületi érdessége;
- lemeztvastagság.

A vágólap magasságát (H) az alábbi Komarov féle összefüggés szerint [1] számítottuk ki:

$$H = 3 \cdot (1 + 0,01 \cdot A_{11,3}) \sqrt{s} \quad (1)$$

Az összefüggésben az s a lemeztvastagságot, $A_{11,3}$ a százalékos nyúlás jelenti. Az alkalmazott vágólap magasságot a fentihez képest növeltük és csökkentettük is, mert korábbi kísérleteink szerint [2, 3] a vágólap magassága hat a kihozatali tényezőre. A kísérleti szerszám elvi felépítését a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra. A kísérleti szerszám felépítése

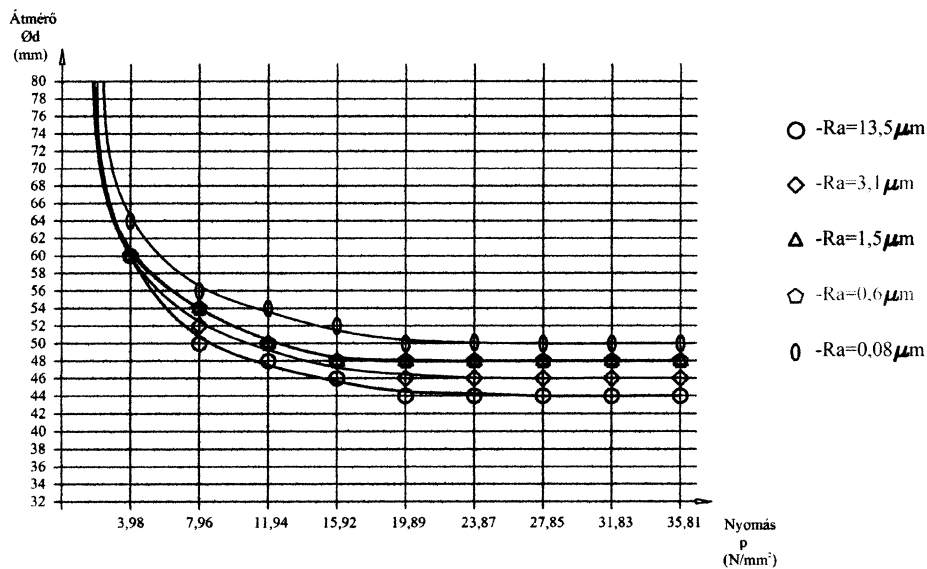
Kísérleti paraméterek

Anyagminőség:	A199,5	Párnanyomás:	4 – 36 N/mm ²
Vágólap átmérője:	Ød=32mm	Felületi érdesség:	0,08 – 13,5 µm
Párna keménysége:	80 Shore A	Lemeztvastagság:	0,5 – 2 mm

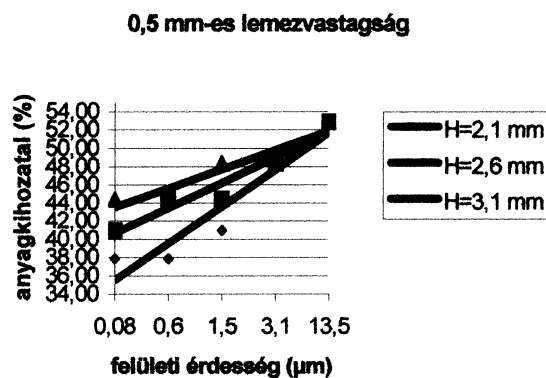
A kísérleteink során adott párnanyomás mellett egy nagyobb méretű tárcsából indultunk ki, amely kivágása biztosan megtörtént. A továbbiakban 2 mm lépcsőnként csökkentettük a kiinduló tárcsa átmérőjét egészen addig, míg a kivágás bizonytalanná nem vált. Bizonytalannak tartottuk a kivágást azon a tárcsaméreten, ahol már nem történt meg a vágás a teljes kerület mentén. A pontosság végett ezeket a méreteket 3 – 4 alkalommal is megismételtük. A paraméterek változtatásával több ezer kivágást végeztünk.

4. Mérési eredmények

A 0,5mm vastag Al99,5 lemez kivágásának még biztonságosan kivágható kiinduló tárcsaátmérőit a párnanyomás függvényében a 3. ábrán mutatjuk be. A görbék a különböző felületi érsességű leszorító lemezhez tartoznak. A mérési eredményekből látható, hogy adott felületi érdesség esetén bizonyos párnanyomás felett a kiinduló tárcsaátmérő tovább nem csökkenthető, mert nem történik kivágás. A különböző felületi érdességű leszorító lapok alkalmazása esetén legjobb anyagkihozatalt a legdurvább felületi érdesség esetén kaptuk.

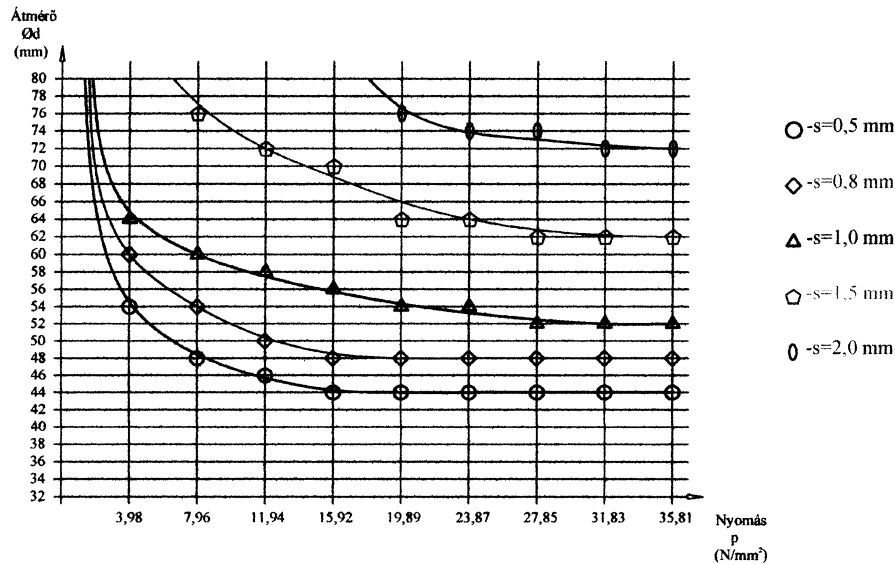


3. ábra. A 0,5 mm vastag lemez kivágása különböző felületi érdességű leszorító lap esetén



4. ábra. Az anyagkihozatal a felületi érdesség függvényében

A 4. ábrán a leszorító lap felületi érdességének függvényében mutatjuk be az anyagkihozatal alakulását különböző magasságú vágólap alkalmazása esetén.



5. ábra. A különböző vastagságú lemez kivágása a párnanyomás függvényében

Az 5. ábrán látható, hogy kísérleti eredményeink szerint milyen párnanyomással vágható ki a különböző vastagságú Al99,5 lemez. Az anyagkihozatali tényező a lemezvastagság növekedésével romlik.

5. Összefoglaló

Az elvégzett kísérleteink alapján bemutattuk, hogy a rugalmas közeggel történő kivágásnál a paraméterek megfelelő megválasztásával az anyagkihozatali tényező mintegy 12-15%-kal javítható. Leszorító lapként érdemes nagy felületi érdességű lapot alkalmazni.

Irodalom

1. A.D.Komarov, A.A.Rjabüh, O.M.Szitkin, T.A.Goliuszov: Vütrezka detalej poliuretano Kuznyecsno-stampovocsnoe proizvodstvo 1972 6.sz. 28-30. old.
2. Dr. Bernáth M. - dr. Végvári F.: Hulladék csökkentése rugalmas közeggel történő lemez megmunkálásánál Országos Gépész Találkozó OGÉT'2001 p.50-53 Románia, Kolozsvár, 2001. április 26-29
3. Dr. Bernáth Mihály - Dr. Végvári Ferenc: A szükséges párnanyomás meghatározása poliuretán párnával történő lyukasztásnál GAMF Közleményei, Kecskemét, XVIII. évfolyam 2002

Szerzők:

Fazekas Gábor, gépészmérnök

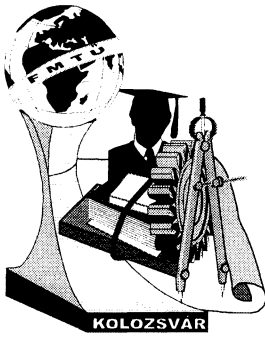
Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10

Végvári Ferenc, PhD, főiskolai tanár

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10

Telefon: +36-76/516-373/ Fax: +36-76/516-396

E-mail: vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

A STEP ALKALMAZÁSA A GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁBAN

Fekete-Szücs Dániel

Abstract

The present article deals with the integration between the different modules of computer aided engineering design (CAE, CAD, CAPP, CAM), and other applications of computer integrated manufacturing (CIM) (NC control, CAST, PPS), as well as the modern and distinctly effective possibilities offered by the integration. The various modules of computer aided engineering design greatly accelerate production development in themselves, and they also improve the efficiency of engineering, and facilitate the design of the optimal product in the fields of both engine building and production technology design. However, computer aided methods become fully effective if the different modules are used integrated. One of the newest and standardized methods of data integration between the different modules is STEP. The article presents its application in CAD-CAPP-CAM-NC cooperation. At the same time, standardized data integration offered by STEP, and the new, technology-oriented transmission methods of STEP provide immense help, according to the author, to one of the serious problems of today in computer-aided technological design, namely the automatic generation of operational sequence design. The article puts forward a suggestion for the automatic creation of operational sequence design through the application of the geometrical analysis of the product (topological analysis), dynamically expandable experts' database, and the transmission technologies of STEP.

Összefoglalás

Jelen cikk a számítógéppel segített mérnöki tervezés egyes moduljai (CAE, CAD, CAPP, CAM), valamint a számítógéppel integrált gyártás (CIM) egyéb alkalmazásai (NC vezérlések, CAST, PPS) közötti integrációval, valamint az integráció által felkínált korszerű, és kifejezetten hatékony lehetőségekkel foglalkozik. A számítógéppel segített mérnöki tervezés különböző moduljai már önmagukban is nagymértékben meggyorsítják a termékfejlesztést, valamint javítják a mérnöki munka hatékonyságát, elősegítik az optimális gyártmány tervezését mind a géptervezés, mind a gyártástechnológiai tervezés területén. A számítógéppel segített módszerek igazán akkor válnak azonban hatékonyvá, ha az egyes modulokat integráltan használják. Az egyes modulok közötti adatintegráció egyik legújabb, szabványosított módja a STEP, melynek alkalmazását a CAD-CAPP-CAM-NC együttműködésben a cikk ismerteti. Ugyanakkor a STEP által nyújtott szabványos adatintegráció, illetve a STEP új, technológia-orientált átviteli módszerei a szerző véleménye szerint hathatós segítséget nyújtanak a számítógéppel segített technológiai tervezés egyik komoly, napjainkban is fennálló problémájának, a műveleti sorrend-terv automatikus generálásának kérdésében. A cikkben elhangzik egy javaslat a műveleti sorrend-terv automatikus létrehozására a gyártmány geometriai elemzése (topológiai analízis), dinamikusan bővíthető szakértői adatbázis, valamint a STEP átviteli technológiáinak alkalmazásával.

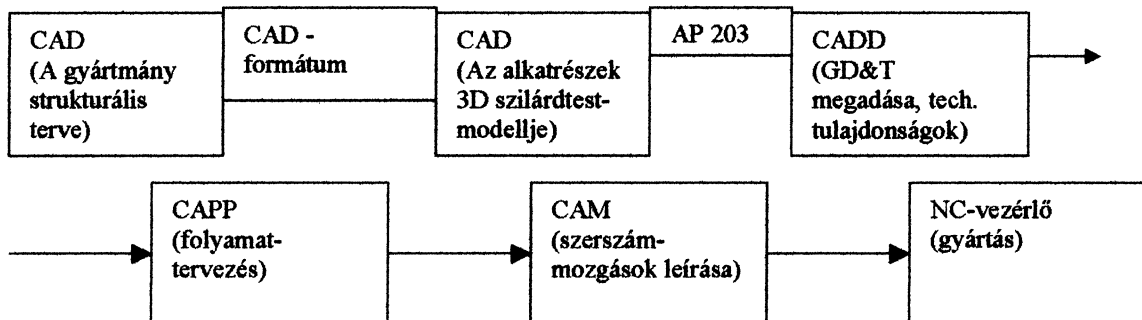
1. Bevezető

A XX. század 70-es éveiben a gépiparban megjelenő új gazdasági kihívások mind a gyártmánytervezés, mind a gyártástervezés, valamint a gyártásirányítás, minőségbiztosítás területén megkövetelték a piaci résztvevők részéről a hatékonyabb tervezési és gyártásirányítási módszerek megteremtését. A gyártmány erkölcsi amortizációs ideje lecsökkent, a gyártmány-választék megnövekedett, a minőségi elvárások szigorodtak. Ezek a kívánalmak nagymértékben növelték a

mérnöki tervezés munkai igényét, ezzel egyidejűleg a gyártás automatizálása, valamint a korszerű gyártásirányítási módszerek iránti igény is fokozódott. Ezek a folyamatok, valamint a mikroelektronika, robottechnológia, NC-technológia elterjedése együttesen elősegítették a tervezés-gyártás együttműködésének fejlődését, végeredményben a CIM (számítógéppel integrált gyártás) megjelenését. A CIM, mint új gyártási filozófia és eszközszer megköveteli az egyes részfeladatok közötti együttműködést, az egyes modulok integrációját.

2. A CIM moduljai közötti integráció

Ahogy az [1], [5] irodalmi hivatkozások részletesen ismertetik, a STEP, mint a CIM egyes alkalmazásai közötti adatintegráció új módszere, lehetőséget biztosít a számítógéppel segített mérnöki tevékenység hatékonyságának és a mérnöki tevékenység tudományos-műszaki színvonalának javítására. A CIM alkalmazásai önmagukban is javítják a mérnöki munka hatékonyságát, de ha az egyes alkalmazások közötti együttműködés lehetőségét az adatátvitel, vagy a funkcionális integráció révén biztosítjuk, további előnyöket élvezhetünk a redundanciák és hibalehetőségek kiküszöbölése révén. Ezáltal teljessé válik a CIM fő célkitűzése, miszerint a gyártmány elkészítése a tervezési feladatoktól a konkrét gyártásirányításig és a fizikai értelemben vett gyártásig számítógéppel irányított, és a kívánalmaknak megfelelően automatizált legyen. A STEP nem más, mint az ISO 10303 szabványcsoportban meghatározott alkalmazásfüggő adatátviteli protokollok halmaza, mely lehetőséget biztosít az egyes mérnöki alkalmazások közötti jól definiált adatintegrációra. Az integráció korábbi módszerei, úgymint a file-szintű átvitel (DXF, IGES, RS274), nem hatékonyak, csak bizonyos részfeladatokat oldanak meg, a CAD-CAPP-CAM-CNC adatfolyamban gépfüggő, vezérlésfüggő, ezáltal esetleges, és nem szabványos adatfolyamot definiálnak. A file-szintű adatátvitel további hátránya az egyirányú kapcsolat, vagyis a CAM-CNC együttműködésben a CNC vezérlő, ezáltal a CNC szerszám gép lehetőségei az optimálás, hibakeresés (pl. ütközésvizsgálat) terén nem használhatók ki. Az ISO-STEP 10303 szabvány által definiált adatátviteli protokollok (AP203, AP-203-2, AP214, AP240, AP238) lehetővé teszik (szabványosan meghatározzák) a tervezés és megmunkálás közötti adatfolyam formáját és módszertanát. Az alábbi ábra a CAD-CAPP-CAM-CNC adatfolyam STEP által biztosított módját szemlélteti:



1. ábra. Adatátvitel STEP segítségével [1]

Ahogy az ábra is érzékelteti, az adatátvitel szabványosítása, valamint a kétirányú kapcsolatok biztosítása software-független, vezérlés-független módot ad az alkatrész-modell és a fizikailag megmunkált alkatrész közötti teljes átmenet megvalósítására, ezáltal a tervezéstől a gyártásig a probléma lefedhető. A független software-fejlesztők, valamint NC-vezérlés gyártók immár beépítik rendszereikbe a STEP által támogatott adatátviteli funkciókat, így azok a lehetőségek, melyek a kétirányú kapcsolatokon alapulnak, kihasználhatók a termék optimális konstrukciós és technológiai tulajdonságainak eléréséhez. Ezeket a lehetőségeket részletesen az [1], [4], [5] irodalom ismerteti.

A nagyfokúan és funkcionálisan integrált „high-end” rendszerek, pl. a CATIA szintén képesek STEP szerinti adatátvitelre, noha belső kommunikációjukban saját protokollt használnak. A STEP alkalmazása itt azért szükséges, mert az egyes gépgyártók között is lehetséges együttműködés, és „házi használatú” alkalmazásaik között még akkor is lehet eltérés, ha azok egy adott software-firmware környezetet használnak bázisként.

3. A STEP alkalmazása a CAD-CAPP adatátvitelben

A számítógéppel segített tervezés (CAD) és a számítógéppel segített technológiai tervezés (folyamattervezés, CAPP) közötti adatátvitel a gépgyártás egyik kiemelkedően fontos területe. A konstrukciós tervezéstől a folyamattervezésen át a gyártástervezésig és gyártásirányításig tartó folyamatot a következő lépésekben lehet megfogalmazni:

- a konstrukciós terv (összeállítási rajz) elkészítése, méretezések, számítások (CAE-CAD);
- az összeállítási rajz alapján az alkatrészek szilárdtest-modelljeinek elkészítése (CAD);
- a szilárdtest-modell geometriai adatainak átvitele a CADD alkalmazásba AP-203 protokollal;
- a gyártáshoz szükséges egyéb információk (tűrések, alaktűrések, helyzettűrések, felületminőségek) megadása a CADD alkalmazással;
- az így kiegészített modell adatainak átvitele a CAPP alkalmazásba AP-214 protokoll segítségével;
- technológiai folyamattervezés a CAPP alkalmazással;
- a folyamatterv átvitele a CAM alkalmazásba AP-240 protokollal;
- NC programok és egyéb gyártásirányítási rutinok elkészítése a CAM alkalmazással;
- adatátvitel az NC vezérlőbe AP-238, más néven STEP-NC segítségével;
- szimuláció, optimalás, esetleg visszatérés a CAPP-ba, újabb iterációs lépések, majd gyártás.

4. lehetőségek a műveleti sorrend terv automatikus elkészítésére a STEP segítségével

Az automatizált technológiai tervezés legnagyobb problémája a tervezési hierarchia felsőbb szintjein végzendő tevékenységek (előgyártmány megadása, műveleti sorrend elkészítése) önműködő végrehajtásában áll. Ezek a feladatok nehezen algoritmizálható, optimalás tekintetében ún. „lágú” problémák, melyek megoldására a hagyományos software-fejlesztési módszerek alkalmatlanok.

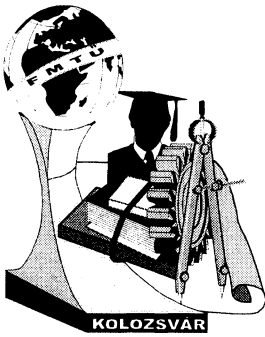
A STEP AP-214-es protokollja, mely a CAPP alkalmazás bemenete, új lehetőséget kínál a sorrendterv generálására, mely a szerző fő kutatási területe. A feladat megoldása az alkatrész szilárdtest-

modelljének elemzésével kezdődik. Általában a szilárdtest-modell adatbázis-szintű felépítése a következő hierarchián alapszik: **szilárdtest – a testet alkotó felületek – a felületeket meghatározó felületelemek (3D polyface) – a felületelemek pontjai (vertex)**. Az egyes felületek kapcsolatainak topológiai elemzésével felépíthető egy könnyen kezelhető szekvencia, mely a felületek megmunkálásának sorrendjét mutatja. Ehhez felhasználhatók a szabadon paraméterezhető szakértői rendszerek adatbázisai, melyekben „tényeket”, és „szabályokat” rögzítünk. Így tároljuk a technológiai tudás egy részét. Ezek alapján a sorrend megállapítása már a készen kapható, paraméterezhető szakértői rendszer következtető motorjának feladata. Az automatikus sorrend-tervezés ún. generatív módszere az elemi megmunkálendő felületek (EMF) elkészítésén alapszik. A STEP AP-214 protokoll nagy előnye, hogy definiálja a speciális STEP entitásokat, melyek technológiai szemléletűek, és az EMF-eknek megfeleltethetők. Az EMF-ek nem matematikai szemléletű, szigorúan vett felületelemek, hanem olyan felületcsoportok, melyeknek megmunkálási módok feleltethetők meg, pl reteszhorony – hosszlyukmarás. A szakértői adatbázisban rögzíteni tudjuk, hogy mely felületcsoportok felelnek meg EMF-eknek, illetve ezekhez megmunkálási mód rendelhető. A CAD alatt futó célalkalmazás a meglévő információk alapján a szilárdtest-modell felületeit EMF-ekbe rendezi, őket AP-214 felhasználásával STEP entitásokba menti a korábban meghatározott sorrendben. A CAPP alkalmazás feladata ezután csak az, hogy a sorrendet alapul véve az EMF-ekhez tartozó műveleteket tervezzék, mely informatikailag már megoldott probléma.

Irodalom

- [1] Fekete-Szücs Dániel: *Using STEP AND GT in data exchange between CAX applications*, (7th International Conference „Automation in production planning and manufacturing”, 2006, Zilina Slovakia)
- [2] V. D. Cvetkov: *Principi avtomatizacii projektyirovanyija optimálnüh tyehnologicseszkih processzov v masinosztrojnyei*, Masinosztroityel', 1965, №6, pp. 7-10.
- [3] Tóth, Tibor: *Automatizált tervezés a gépgyártástechnológiában*, Miskolci Egyetem, 1989. 89-1590
- [4] Kuric, I. – Matuszek, J. – Debnár, R.: *Computer Aided Process planning in Machinery Industry*, Politechnika Lodzka, Bielsko Biala, 1999, ISBN 83-87087-00-9
- [5] ISO 10303 standard, 2002.

Fekete-Szücs Dániel, MSC, levelező doktorandusz
 Munkahely: Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Műszaki Főiskolai Kar
 Cím: H - 4028 Debrecen, Óttemető u. 2 - 4
 Telefon / Fax: +36-52-415-155 / +36-52-418-643
 E-mail: fszucs@freemail.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN

Felhő Csaba, Prof. Dr. Dudás Illés

Abstract

The topic of this article is the inspection of applying the rapid prototyping technology in the medical prostheses manufacturing. This topic is especially in focus, and there are numerous universities and research institutes making such kind of investigations, and there are also a great number of prostheses manufacturing companies those who are interested in this field.

Összefoglalás

Cikkünk témája a gyors prototípus gyártás alkalmazástechnológiájának vizsgálata, különös tekintettel a gyártástechnológia orvosi protézisek előállításánál történő alkalmazására. A téma aktualitását mutatja, hogy napjainkban is számos egyetemen és kutatóintézetben folytatnak hasonló témájú kutatásokat, valamint a protézisgyártó cégek részéről is igen jelentős érdeklődés tapasztalható.

Bevezetés

A gyors prototípus gyártás (RP, RPT) azon technológiák összefoglaló neve, amelyek segítségével egy számítógépen megtervezett, vagy egyéb módon (3D szkennelés, orvosi felvételekből történő modellalkotás) létrehozott virtuális modellt gyors, egyszerű és viszonylag költséghatékony módon tudunk fizikai test formájában reprezentálni. A gyors prototípus gyártás fontosságát mutatja, hogy nemzetközi bemutatása óta több jelentős multinacionális vállalat kezdte alkalmazni, és azóta számos konferencián illetve egyéb fórumon ismertették a technológia alkalmazásának pozitív eredményeit. Ezen túlmenően szinte minden jelentős hazai és külföldi egyetemen folynak kutatások az alkalmazástechnológia területén, tekintve, hogy egyre több oktatási és kutatási intézmény rendelkezik valamilyen prototípus gyártó berendezéssel.

A gyors prototípus gyártás orvosi alkalmazása

A gyors prototípus gyártás alkalmazási területei között igen nagy jelentőségű az orvosi szektor. Végülis nincs fontosabb és értékeesebb felhasználás az emberi testnél. Egy olyan eljárás, amely kiemelkedően képes kezelni az egyének különbözőségeit, és gazdaságosabbá teszi a precízen kidolgozott protézisek és egyéb segédeszközök gyártását, igen nagy figyelemre számíthat. Ez tükröződik abban a tényben is, hogy gyakorlatilag nincs az emberi testnek olyan része, amelynek a gyors prototípus gyártással való modellezésével ne kísérleteznének vagy a jövőbeni kutatások alapját ne képeznék.

Biológiaiailag kompatibilis anyagok

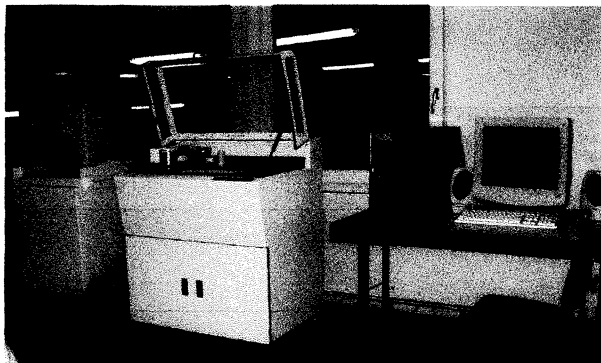
Beépíthető implantátumok előállításához fontos, hogy a kívánt mechanikai tulajdonságok elérése mellett olyan anyagokból tudjuk a protéziseket gyártani, amelyek biológiaiailag kompatibilisek. Emelett fontos, hogy olyan belső struktúrát tudjunk kialakítani, amely lehetővé teszi a sejteknek az implantátumba történő integrálódását (benövését).

*1. táblázat
Néhány biológiaiailag kompatibilis implantátumanyag*

Fémek és kerámiák	Polimerek
Rozsdamentes acél	Szilikon gumi
Co-Cr ötvözet öntvény	Poliéter-uretán
Kovácsolt Co-Cr ötvözet	Biopolimer
Ti-6Al-4V ötvözet	UHMWPE (ultra-magas molekulatömegű polietilén)
Tiszta titánium	PMMA (Poli-metil-metakrilát, „csontcement”)
Alumíniumoxid	TCP (Tricalcium Phosphate)
Hidroxiapatit (Hydroxyapatite)	
C-Si kompozit	

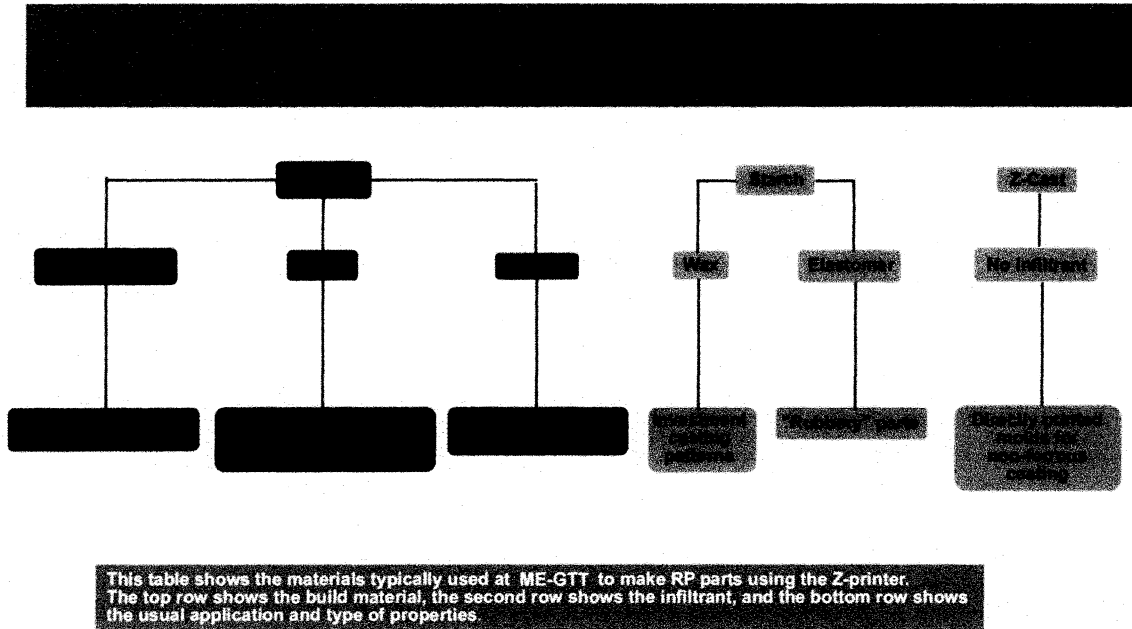
Orvosi RP modellek előállítása a Gépgyártástechnológiai Tanszéken

A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén található háromdimenziós nyomtatás (3DP) elvén működő gyors prototípus gyártó berendezés (1. ábra) nagy előnye, hogy a prototípusok gyártásához felhasználható alapanyagok köre igen széles skálán mozog mind az alap építőanyag (por), mind a kötőanyag alkalmazása terén. A gép működési elve, mely szerint a por állapotú építőanyagot folyékony ragasztóanyaggal telíti, egyes prototípusok gyártásánál hátrányt jelenthet a többi RP technológiával szemben, más esetekben éppen hogy kihasználhatjuk ezen szivacsos szerkezet előnyeit (például a fentebb már említett sejtintegráció elősegítéséhez).



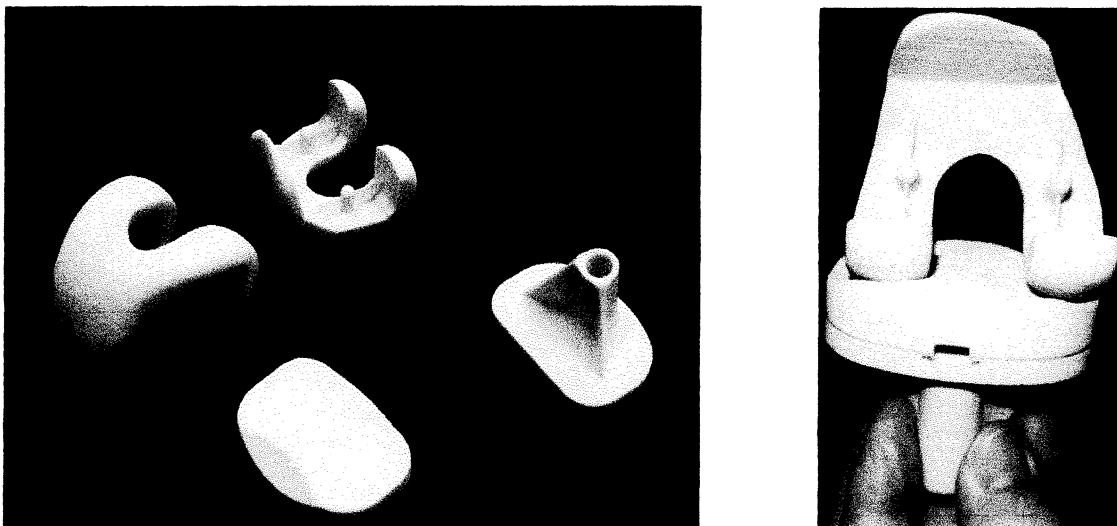
1. ábra. A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén alkalmazott gyors prototípus gyártó gép

Alap építőanyagként felhasználhatunk különböző kerámia vagy polimer alapú porokat, és ezekhez a kötőanyagokat is egyedileg alkalmazhatjuk. A 2. ábra a gyárilag kapható építőanyagokat és kötőanyagokat tartalmazza. Ezen „gyári” anyagokon kívül lehetőségünk van olyan anyagokkal kísérleteket végezni, amelyek elvárásaink alapján megfelelnek a biológiai kompatibilitási feltételnek.



2. ábra. A 3DP berendezésen alkalmazható anyagok

A 3. ábrán olyan kísérleti darabokat láthatunk, amelyeket Tanszékünkön gyártottunk ipari megrendelésre. A prototípusokat gipsz alapú építőanyag felhasználásával gyártottuk és epoxy ragasztóval utókezeltük. Az így kapott darabok természetesen nem alkalmasak közvetlen emberi beültetésre, viszont rendkívül hasonlatosak a műanyagból készített protézisekhez.



3. ábra. A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén gyártott térdprotézis modellek

Következtetések

Eddigi eredményeink, szakmai konzultációk, valamint irodalomkutatás alapján megállapítható, hogy a Rapid Prototyping eljárás, és különösen a 3D Printing eljárás jól alkalmazható bonyolult formájú csont-transzplantátumok előállítására, valamint a belső szivacsos szerkezetek létrehozására a csontok szerkezetének reprodukálásához.

További kutatási tervek

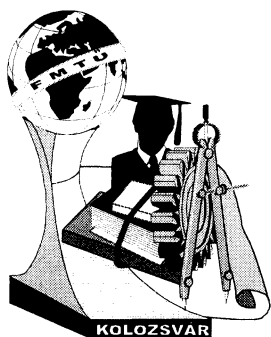
Szintetikus hidroxiapatit granulátum és polimer alapú kötőanyag használatával a csont szerkezetéhez nagyon hasonló implantátumok állíthatók elő. A 3DP eljárás rugalmassága lehetővé teszi, hogy több különböző anyagkombinációval kísérletezzünk. A cél, hogy olyan kerámia mátrixot hozzunk létre, amelyeket a szövetekben használnak vázanyagnak. Ezért fontos orvosi részről megvizsgálni az élő sejtek beilleszkedését az elkészült 3D mátrixba.

Jelen cikk az MTA-ME Gépgyártástechnológiai Kutatócsoport (Vezetője: Prof. Dr. Dudás Illés) keretében készült.

Felhasznált irodalom

- [1] Dudás I., Cser I., Varga Gy.: **Modelling by Rapid Prototyping at the Department of Production Engineering**, MicroCAD 2003, Proceedings of International Scientific Conference, Section M: Production Engineering, Manufacturing Systems, March 6-7, 2003, University of Miskolc, Miskolc, Hungary, pp.: 47 - 52., ISBN 963 661 547 0, ISBN 963 661 559 4
- [2] Felhő Cs., Dudás I., Varga Gy.: **A Rapid-Prototyping eljárások orvosi alkalmazási lehetőségei**, X. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2005. március 18-19., pp.:282, ISBN 973-8231-44-2
- [3] Felhő Cs., Dudás I.: **Gyors prototípus gyártás alkalmazása a protézisgyártásban**, XI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2006. március 24-25., pp.: 81-81, ISBN 973-8231-50-7
- [4] Felhő Cs., Szentesi A.: **Modeling of RPT**, Proceeding of the 11th International Conference on Tools, ICT-2004, 2004. szeptember 9-11., Miskolc, Hungary, pp.: 297-302.

Prof. Dr. Dudás Illés, tanszékvezető, egyetemi tanár
Felhő Csaba, egyetemi tanársegéd, levelezős Ph.D. hallgató
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, H-3515, Miskolc, Egyetemváros
Tel.: +36-46-565-160, Fax.: +36-46-364-941, E-mail: ggytfcs@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ÉLMÉNYEK ÉS REFLEXIÓK A TANÁRI MUNKÁBAN

Fűzi Beatrix

Abstract

The research goal is to explore the intrinsic conditions of the successful pedagogical work. Interesting consequences were found by applying questionnaires sample of 375 secondary-school students and 51 teachers. The primary research areas were mood of teachers, contact between teachers and students, teachers' preparedness for lessons, teachers' reflection about their practice. Other studied question was how the teacher can influence the students' activity and learning efficiency. Set out from the results new viewpoints can be worked out to analyse micro-teaching and school practice. An alternative training program can be substantiated for teachers to solve their special particular problems.

Összefoglalás

A kutatás célja, hogy mélyebben megismerje a sikeres pedagógiai munka belső – személyen belüli – feltételeit és befolyásoló tényezőit. A vizsgálatok jelen szakaszában 375 tanuló és 51 tanár részvételével végzett kérdőíves felmérés eredményeinek bemutatására kerülhet sor. A vizsgálat különös figyelmet szentel a pedagógusok iskolai közérzetére, a tanulókról alkotott elképzeléseire, a tanórákra történő felkészülésre és módszerválasztásra, továbbá az iskolai élmények feldolgozásának sajátosságaira. Választ keres többek közt arra, mitől függ a diákok tanórai aktivitása és milyen hatással van a tanulmányi eredményeikre a pedagógus.

A kutatás eredményei új szempontokkal gazdagíthatják a tanárképzésben alkalmazott mikrotanítások, pedagógiai- és tanítási gyakorlatok elemzési módszereit. Továbbá megteremthetik az egyénekre szabott tanár-továbbképzés alapjait, mely a pedagógusok saját tevékenységére irányuló elemzéssel és fejlesztéssel segíti elő a sikeres tanárrá válást.

Az oktatás minőségének javítása egyre égetőbb problémává vált és míg a megoldásra irányuló törekvések főként szerkezeti átalakításokban jelennek meg, addig nem feledkezhetünk el arról, hogy a diákok formálódása és fejlődése nem a rendszernek köszönhető, hanem a pedagógusokkal való kapcsolatok és a közös munka eredménye. Vélekedésünk szerint az oktatás hatékonyságának, sikerének fokozásában éppen ezért a pedagógusoké a kulcsszerep.

De vajon milyen tanár, aki sikeres pedagógiai munkát képes végezni? Egyáltalán miből tevődik össze a pedagógiai siker? A kutatás számára mindez három feltételbe sűrítendő:

1. Eredményeket mutat fel, melyek a tanulók tudásának gazdagodásában, elmélyülésében, neveltségi szintjének emelkedésében tetten érhetők.

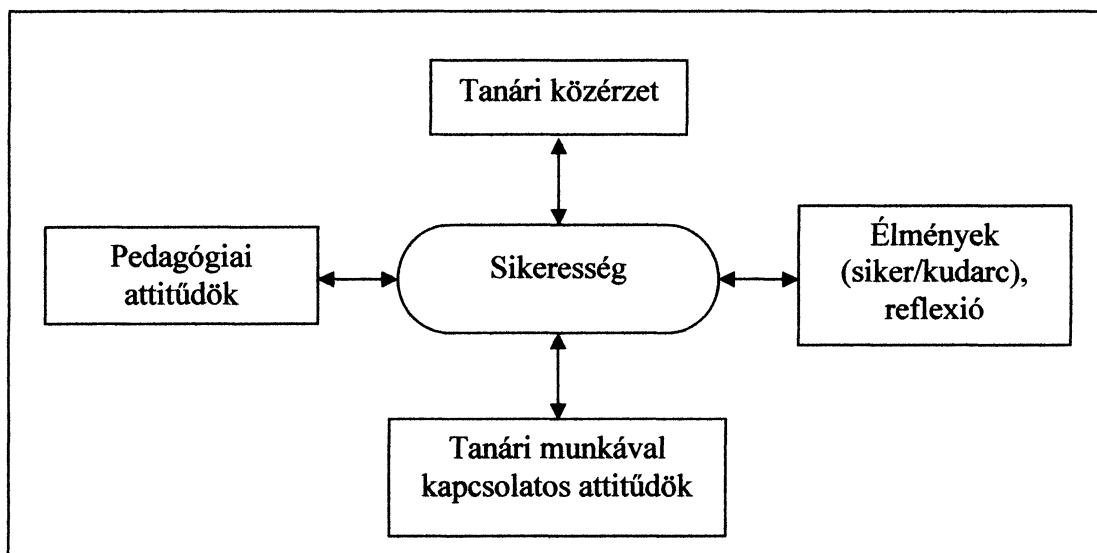
A tanulók a fejlesztő szándék iránt akkor válnak nyitottá, ha tanárukhoz pozitív, elfogadó attitűddel viszonyulnak [1.].

2. Ennek alapján az eredményes pedagógus diákjai körében feltételezhetően kedvelt, de legalább elfogadott.

E két tényező lehetővé teszi, hogy a tanárok társadalmilag hasznos tevékenységüket ellássák. A sikeresség azonban nem csak objektíven megragadható eredményekben ölt testet, hanem az egyén szubjektív élményében, a kompetencia érzésében, a kiteljesedés örömeiben.

3. A harmadik feltétel tehát, hogy a tanár jól érzi magát a tanítás, a pedagógiai feladatok végzése során. A pedagógusi pályát saját személyiségének kiteljesedéseként, képességei, kreativitása számára kibontakozási lehetőségként éli meg.

A kutatás során modellt alkottunk azokból az elemekből, melyek az elővizsgálatok szerint a sikeresség – fent említett – feltételeinek teljesülését jelentősen befolyásolják [2.].



1. ábra. A sikerességet jelentősen befolyásoló tényezők

A korábbi vizsgálatok eredményeire alapozva a kutatási koncepció és hipotézisek az 1. ábrán bemutatott négy tényező köré csoportosulnak. Feltételezzük tehát, hogy

- a jobb közérzettel rendelkező pedagógusok kedveltebbek és eredményesebb tevékenységet folytatnak;
- a kiegyensúlyozott tanár-diák viszonyt ápoló, a pozitív, elfogadó diákképpel rendelkező tanárok kedveltebbek és eredményesebbek;
- a tanításra való felkészüléskor az érzelmi ráhangolódásra, a diákokhoz való alkalmazkodásra is figyelmet szentelő tanárok kedveltebbek és eredményesebbek;
- a tanulói aktivitást igénylő, tanulóközpontú módszereket gyakrabban alkalmazó pedagógusok kedveltebbek és eredményesebbek;
- az iskolai tapasztalatok tudatos értelmezésére több időt és elmélyülést szánó tanárok kedveltebbek és eredményesebbek, módszereik fejlesztésében innovatívabbak, bátrabban kísérletezők.

A felsorolt tényezők nem csak a sikerességgel, hanem egymással is szoros kapcsolatot mutatnak.

A tanárok iskolai élményeinek sokoldalú megismerése érdekében különböző, kvantitatív és kvalitatív vizsgálati módszerek alkalmazására került és kerül sor. A módszereket és az általuk vizsgált területeket az 1. táblázat rendezi egymás mellé.

Vizsgált terület (az 1. ábra szerint)	A megkérdezettek köre	Az adatgyűjtés módszere, eszköze
Pedagógus közérzete	tanárok	kérdőív
Pedagógiai attitűdök (tanár-diák viszony, felkészülés, módszerválasztás, célok)	tanárok, diákok	kérdőív, interjú, megfigyelés
Élmények (siker, kudarc)	tanárok	kérdőív, interjú
Reflexió (jellege, fejlettsége)	tanárok	kérdőív, interjú
Kedveltség	diákok, tanárok	kérdőív
Eredményesség	diákok, tanárok	kérdőív

1. táblázat. A vizsgálati módszerek és az általuk feltárható kutatási területek

A kutatások színhelyül egy budapesti műszaki szakközépiskola szolgált, melynek tanulói és tanárai önkéntesen vettek részt a vizsgálatokban. A kérdőívek kitöltésében az iskola valamennyi osztálya – a kitöltés napján jelenlévő minden tanulója – részt vett, összesen 375 fő. A tanulók tanáraikról és önmagukról adott információi képezték a pedagógusok kedveltségére és eredményességére vonatkozó mutatószámok alapját. A diákok megkérdezésének időpontjában a középiskolában 52 pedagógus dolgozott. A tanári kérdőív kitöltésekor azonban már csak 47-en álltak alkalmazásban és közülük a kérdőívet kitöltve 31 tanár juttatta vissza. Ezek alapján 52 tanárra vonatkozóan állnak rendelkezésre tanulóktól származó adatok és közülük 31 személyről önmagáról szolgáltatott adatok is. A vizsgált minta nem alkalmas arra, hogy reprezentálja azt a populációt, melybe tartoznak, de a konkrét iskola és az egyes tanárok számára rendkívül fontos visszajelzéssel szolgálhat.

A kutatás eddigi eredményei a következőkre mutattak rá:

- A tanárok kedveltsége és eredményessége között pozitív szignifikáns összefüggés mutatható ki. A kedvelt tanárok tanulóinak tantárgyi eredményei átlagosan egy osztályzattal jobbak ($r=0,641$ $p=0,01$), órai aktivitásuk fokozottabb ($r=0,551$ $p=0,01$), tantárgyhoz való attitűdjük jóval pozitívabb ($r=0,686$ $p=0,01$), mint a nem kedvelt tanárok diákjai esetében. Megállapítható azonban az is, hogy a diákok iskolán kívül az adott tantárgyra fordított tanulási idejében nincs következetes különbség. Ebből arra következtethetünk, hogy míg a kedvelt tanár hatása az órai aktivitást jelentősen meghatározza, úgy az iskolán kívüli tanulói erőfeszítésre nincs kimutatható hatással.

- A tanárok közérzetét négy dimenzió mentén vizsgáltuk, úgymint a jövőkép, a kiteljesedés lehetősége, az elégedettség mértéke és az ideális tanártól való távolság. Bár számításaink alapján a közérzet nem függ össze szignifikánsan sem a kedveltséggel, sem az eredményességgel, kiemelendő, hogy a sikeres tanárok jövőképe derülátóbb (4,5*), mint közömbös (3,8*), vagy sikertelen társaiké (4*). Kimutattuk, hogy minél pozitívabb a tanár jövőképe, annál nagyobb odafordulással, nyitottsággal viszonyul növendékeihez ($r=0,543$ $p=0,002$). Elgondolkodtató eredmény az, hogy a sikeres és a sikertelen tanárok egyaránt úgy érzik, sikerült megközelíteniük a szerintük ideális pedagógust.

- A tanár-diák kapcsolati modelleket elemezve megállapítható, hogy minél kisebb különbséget, távolságot érez a pedagógus a tanár és diák (szerepe) között, illetve önmaga és tanulói között, annál sikeresebben folytatja pedagógiai munkáját. A tanár-diák kapcsolat minősége a tanárok közérzetét is meghatározza ($r=0,48$ $p=0,006$).
- A tanórákra való felkészülés tekintetében előzetes feltételezéseinkkel ellenkező eredményeket mutattunk ki. Nincs ugyanis különbség a felkészülésre fordított időben a vizsgált pedagógusok között. Továbbá az érzelmi ráhangolódás, a diákok sajátosságainak figyelembe vétele, mint a felkészülés sajátos szempontja, egyik csoportnál sem töltött be jelentős szerepet.
- A tanári élményfeldolgozás elemzése során kiderült, hogy bár a sikeres és sikertelen pedagógusok egyformán sok időt töltenek a tanítás élményeinek utólagos (4*) elemzésével, ennek eredményeit a sikertelen pedagógusok (3,5*) a tanítás folyamatába való beavatkozás során kevésbé tudják alkalmazni, mint sikeres kollégáik (4,1*). Feltételezhetően az utólagos reflexió a sikertelen pedagógusoknál nem vezet el a problémák alternatív megoldási módjainak kiérleléséhez.

A sikeres és sikertelen pedagógusok csoportjai között a fenti eredmények kimutathatók, ám a különbségek csekélyek és nem szignifikánsak. Ennek oka az önbevallásos kérdőíves módszerben rejlik. Sikerült számszerűen megragadni, hogy a tanulói vélemények és teljesítmények tükrében egyértelműen a sikertelen tanárok jelentősen torzított képet mutattak magukról a kérdőívekben. A torzítások kiküszöbölése érdekében további elmélyült vizsgálatokra van szükség, melyek tervezett módszere a megfigyelés és az interjú.

A kutatási eredmények szempontokat kínálhatnak a tanárképzés tartalmi fejlesztéséhez. Valamint megalapozhatják egy olyan tanár-továbbképzési program kidolgozását, mely a pedagógusok egyéni problémáiból, gyakorlatából kiindulva, tevékenységük megfigyelésével, közös elemzésével kívánna hozzájárulni a tanári munka fejlesztéséhez, sikerességéhez.

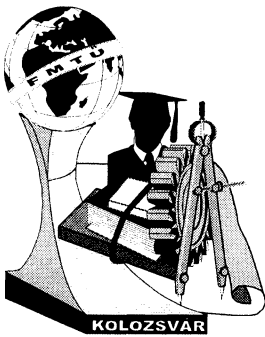
Irodalom

- [1.] Freund Tamás: A kannabisz hatása a tanulásra. (előadás a Mindentudás Egyetemén) Bp. 2001
- [2.] Fúzi Beatrix: A tanári pálya élményvilága. Fialat Műszakiak XI. Tudományos Ülésszaka, EME Kiadó, Kolozsvár 2006. pp. 127-131.

Fúzi Beatrix

BMF Tanárképző és Mérnökpedagógiai Központ
1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.
+36 1 666-5389
fuzi.beatrix@tmpk.bmf.hu

* Ötfokú skálán értendő, ahol az 5 a pedagógusra nézve legpozitívabb érték.



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

NAGYFREKVENCIÁS OSZCILLÁTOR TERVEZÉSE ÉS OPTIMALIZÁLÁSA MINIMÁLIS FÁZISZAJRA

Hodány Ákos

Abstract

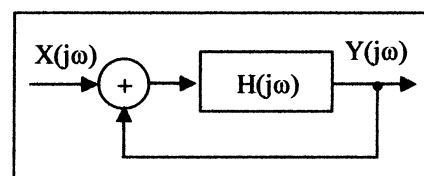
High frequency oscillators are main parts of RF data transceivers. The phase noise is one of the key parameters of microwave oscillators. The phase noise influences the signal-to-noise ratio of the received and down-converted signal, so it has an effect on the quality and performance of the RF data path. Integrated high frequency oscillators are usually implemented by LC tank based circuits. There is a direct connection between the quality factor of the applied LC tank and the phase noise of the output signal of the circuit. The optimization of the phase noise can be traced back to that of the quality factor of the LC tank. The design and accurate sizing of monolith inductors raise several problems in practice. The evaluation of the inductance, stray capacitances and other parasitic components by analytical procedures is hard to do. It is more practical to evaluate these by numerical procedures in a proper simulation environment that can make optimization of circuit parameters.

Összefoglalás

A rádiófrekvenciás adatátviteli rendszerekben használatos integrált áramkörök egyik fő elemét képezik a nagyfrekvenciás oszcillátorok. A mikrohullámú RF tartományban működő integrált oszcillátorok fontos minőségi jellemzője a fáziszaj. Ez alapvetően befolyásolja az adatátviteli rendszer vevőoldalán jelentkező jel/zaj viszonyt, és ezáltal a rádiókapcsolat minőségét, megbízhatóságát is. Az integrált nagyfrekvenciás oszcillátorok megvalósítása elsősorban LC rezgőkörös áramkörökkel lehetséges, s az alkalmazott rezgőkör jósági tényezője közvetlen kapcsolatban van az oszcillátor fáziszajával. A fáziszajra való optimalizáció visszavezethető a rezgőkör jósági tényezőre való optimalizációjára. Az integrált áramkörön belül megvalósított monolit rezgőköri induktivitások tervezése és pontos méretezése azonban sok megoldandó problémát felvet. A monolit tekercs induktivitásának – és parazitáinak – értékét analitikus úton nehézkes meghatározni, ezért a rezgőkör optimalizálását nem célszerű ezen az úton végezni. Numerikus közelítő módszerekkel, megfelelő szimulációs környezetben az optimalizáció könnyen elvégezhető.

1. Az LC rezgőkör mint zajformáló szűrő

A nagyfrekvenciás oszcillátorok fontos minőségi jellemzője a fáziszaj. Az oszcillátorok zajának három fő összetevője van: a termikus zaj, a flicker zaj és a sörétzaj [1]. A zajkomponensek az erősítő áramkörök nemlinearitása miatt átkonvertálódnak a rezonanciafrekvencia alap- és felharmonikusai köré. Ezeken a komponenseken a rezonáns elemek szűrő hatást fejtenek ki [2, 3]. A szűrés vizsgálatára tekintsük az 1. ábrát.



1. ábra. A rezgőkör szűrőhatása a zajon

A $H(j\omega)$ átviteli karakterisztikájú szűrő az oszcillátort felépítő rezgőkör-erősítő lánc nyílthurkú átviteli karakterisztikájának lineáris közelítését reprezentálja. $X(j\omega)$ az oszcillátorban keletkező zaj, míg $Y(j\omega)$ a kimeneten jelentkező, szűrt zaj spektruma. Az oszcilláció feltételeként a rezonanciafrekvencián: $H(j\omega_0)=1$. Adott $(\omega_0+\Delta\omega)$ körfrekvencián a szűrő teljesítmény-átvitele (és így az oszcillátor fáziszajának teljesítménye) a rezgőkör jósági tényezőjének (Q -nak) négyzetével fordítottan arányos [3], vagyis a rezgőkör jósági tényezőjét növelve a fáziszaj csökken:

$$\left| \frac{Y}{X}(j(\omega_0 + \Delta\omega)) \right|^2 = \frac{1}{4Q^2} \left(\frac{\omega_0}{\Delta\omega} \right)^2 \quad (1)$$

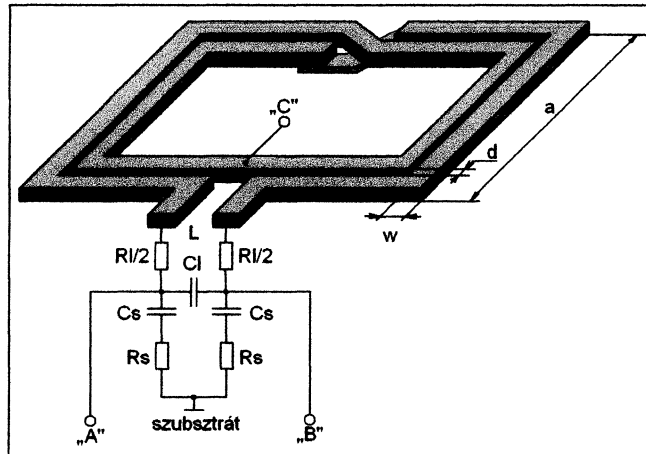
Ez azt jelenti, hogy a fáziszajra való optimalizálást a rezgőkör jósági tényezőjének optimalizálására vezethetjük vissza. A nagyfrekvenciás integrált LC rezgőkörök jósági tényezőjét elsősorban az alkalmazott monolit tekercs jósági tényezője határozza meg, mert az integrált kondenzátorok vesztesége általában elhanyagolható. Alapesetben az optimalizálást tehát elegendő a rezgőköri tekercsre elvégezni.

2. Az integrált induktivitás szimulációja

Az integrált induktivitás felépítését és a parazita komponensek értelmezését szemlélteti a 2. ábra.

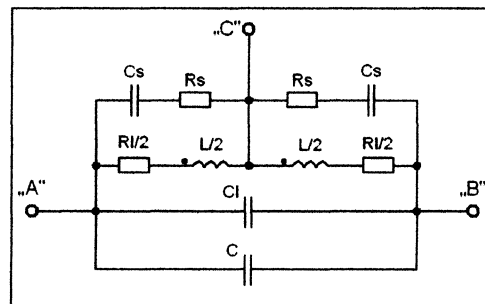
Az ábrán használt jelölések:

- L : a tekercs öninduktivitása;
- R_l : a tekercs soros veszteségi ellenállása;
- R_s : a szubsztrát-ellenállás;
- C_s : a vezeték szubsztrát-kapacitása;
- C_l : a tekercs menetkapacitása;
- w : a vezeték szélessége;
- a : a négyzet alakú tekercs oldalhossza;
- d : a menetek közti távolság;
- „A”, „B”, „C”: a tekercs kivezetései.



2. ábra. Az integrált induktivitás felépítése és parazitái

A monolit induktivitással kialakított LC rezgőkör helyettesítő képét mutatja a 3. ábra. A további cél egy olyan numerikus modell kifejlesztése volt, amely adott geometriai paraméterek alapján meghatározza a tekercs parazitáinak értékét, és amely segítségével optimalizálni tudunk a maximális jósági tényezőre. A paraziták értékét meghatározó függvényeket intuitív módszerrel, általános elméleti összefüggések kisebb módosításával határoztam meg.



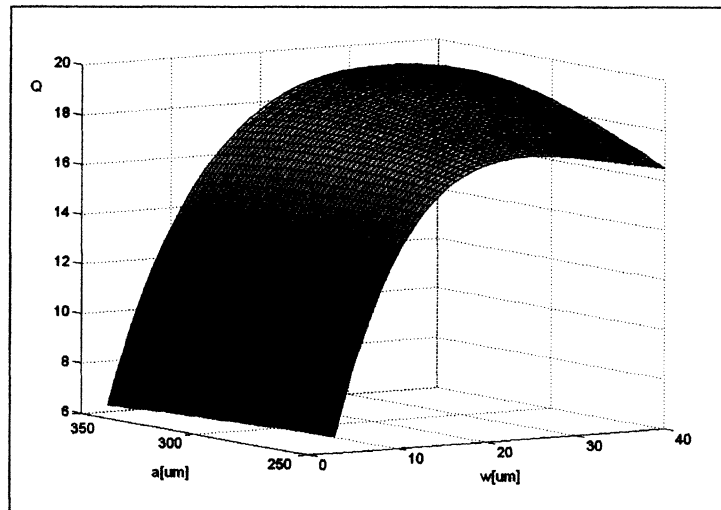
3. ábra. Az LC rezgőkör helyettesítő kapcsolása

Az összefüggések pontosítása érdekében néhány, különböző geometriájú induktivitás parazitáinak pontos értékét az ASITIC nevű végeselem-szimulátor segítségével határoztam meg. Az elméleti összefüggéseket görbeillesztéssel ezen szimulált értékekhez igazítottam úgy, hogy a származtatott paraméterek szórása a gyakorlati szempontból fontos $a=250...350\mu\text{m}$ mérettartományban kedvező legyen.

3. Optimalizálás

A módosított összefüggésekből kiindulva, a rezgőkör jósági tényezőjét szimulálhatjuk az induktivitás geometriai jellemzői alapján. A vezeték w szélességét és a tekerecs a oldalhosszát változtatva, majd minden egyes pontra a rezgőkört a C

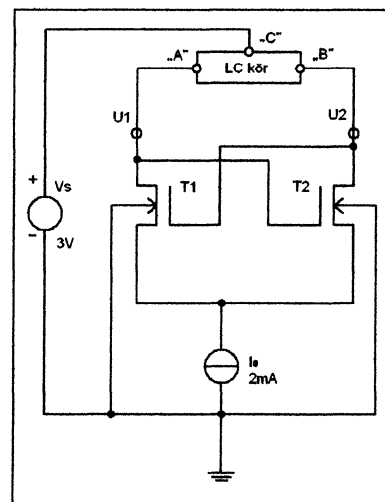
kapacitás segítségével a kívánt rezonancia frekvenciára hangolva megkapjuk a Q jósági tényező $Q(a,w)$ függvényét (4. ábra). Az optimalizálás során ennek a függvénynek keressünk a maximumát a és w szerint. Az eljárást APLAC szimulációs környezetben végeztem el, melynek eredményeképpen a monolit induktivitás paraméterei $a=314\mu\text{m}$; $w=26\mu\text{m}$ lettek.



4. ábra. A monolit induktivitás $Q(a,w)$ függvénye

4. A nagyfrekvenciás oszcillátor

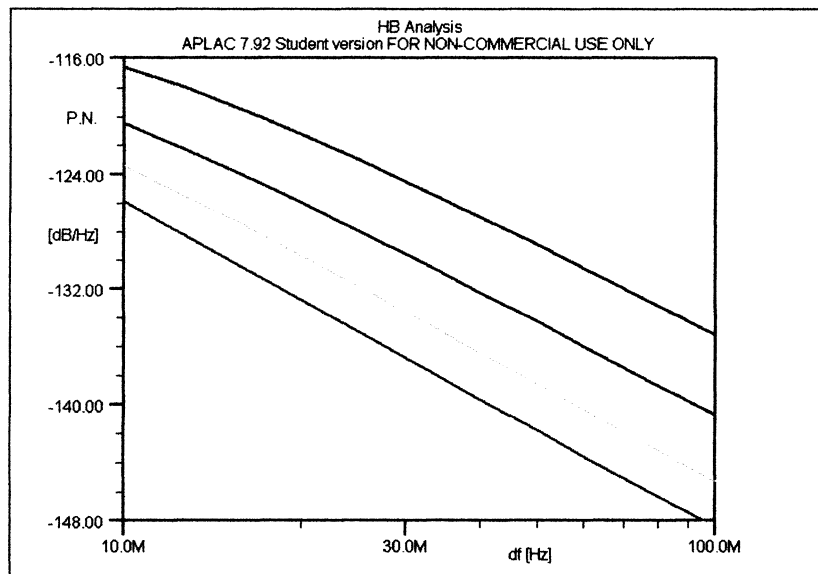
Az optimalizált induktivitással felépített oszcillátor kapcsolási rajza látható az 5. ábrán. Az „LC kör” nevű blokk a 3. ábrán bemutatott rezgőkört tartalmazza. Az áramkör két N-csatornás mosfetet tartalmaz, differenciális üzemben működik, és szimmetrikus kimenettel rendelkezik. A tranzisztorokból felépített, keresztbe csatolt erősítő a rezgőkör veszteségeit hivatott kompenzálni. Az $U1$ és $U2$ csomópontok között keletkező kimeneti jel amplitúdóját az I_0 árammal állíthatjuk be. A tranzisztorok paraméterei: $w_f=60\mu\text{m}$; $l_f=0,36\mu\text{m}$.



5. ábra. Az oszcillátor kapcsolási rajza

5. Eredmények

A 6. ábra a négy különböző jósági tényezőjű LC rezgőkörre elvégzett fáziszaj szimuláció eredményét mutatja. A grafikonon szereplő legfelső görbe a $Q=6,5$ paraméterhez tartozik, míg a többi görbe rendre a $Q=9,2$; 13 ; $18,4$ értékekhez. A feltüntetett frekvenciaskála az alapharmonikustól számított frekvencia offszettet (Δf -et) jelöli. A legalacsonyabb fáziszajt az optimalizáció eredményeként kapott induktivitással ($Q=18,4$) sikerült elérni, tehát az optimalizáció sikeres volt. Az eljárás helyességét igazolja, hogy a tekercs méreteit bármilyen irányban megváltoztatva a jósági tényező, és ezzel együtt a fáziszaj is romlik.



6. ábra. A szimulált fáziszaj

Irodalom

- [1] W. P. Robins: Phase Noise in Signal Sources, Peter Peregrinus Ltd., Stevenage, 1998., 47-55. old
- [2] Behzad Razavi: RF Microelectronics, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1998., 220-222.old.
- [3] Cadence: Affirma RF Simulator Theory, Cadence Design Systems Inc., San Jose, 2000., 45-47.old.

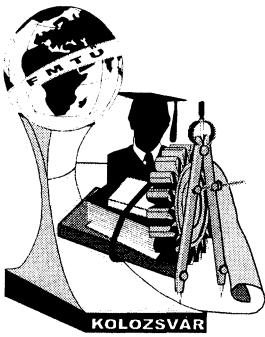
Hodány Ákos, villamosmérnök hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar,
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék

Cím: H-2083. Solymár, Ifjúság u. 4.

Telefon: +36-20-452-22-00

E-mail: ha493@hszk.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

VÍZKÉSZLET-GAZDÁLKODÁS VÉDETT TERÜLETEKEN

Horoszné Gulyás Margit

Abstract

Due to changes in climate, land use and regional policies, new spatial and water resource integrated management strategies are needed. The aim of WAREMA is to develop participatory river basin planning procedures based on stakeholder networks to contribute to implementation of the Water Framework Directive. New strategies tailored to river basins including large protected areas (e.g. Ramsar sites, Biosphere Reserves) will be addressed in 4 pilot projects. By means of private-public partnerships, context analyses, action plans and spatial planning concepts, the involved parties will gain a common vision on the priorities for nature and landscape protection, cultural heritage preservation, socio-economic development and water resource management – all of them seen in an integrated perspective – with the ultimate aim to achieve genuinely sustainable regional development based on preservation, enhancement and efficient use of the local resources.

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben nemcsak a klímaváltozást tapasztalhattuk meg, de jelentős változásnak lehetünk tanúi a földhasználat és a regionális politika terén is, melyek következményeként újfajta, komplex vízgazdálkodási stratégia kialakítására van szükség. A WAREMA program célja pontosan egy ilyen, új vízgazdálkodás kialakítása, mely segít az úgynevezett Víz keretirányelv (2000/60/EK) megvalósításában, miszerint 2015-re az összes európai tó, vízfolyás vízminőségét „jó állapotba” kell hozni. A projekt ezt úgy szeretné elérni, hogy egy-egy kiválasztott vízgyűjtő területre összpontosít, s az újfajta vízgazdálkodási terv kialakításába bevonja nemcsak a környék lakóit, de a vízgyűjtő területen működő ipari, mezőgazdasági vállalkozásokat is. A programban négy kísérleti vízgyűjtő területet választottak ki, melyek nagy kiterjedésű természetvédelmi területeket is magukba foglalnak (például a Ramsari Egyezményben megjelölt védett területek, bioszféra rezervátumok), s ezekre dolgozzák ki a résztvevők a saját vízgazdálkodási terveiket. Mindehhez természetesen nemcsak a magán, de a közszféra bevonására, térbeli tervezésekre, akciótervekre és persze sok-sok beszélgetésre, találkozóra van szükség, melyek alapján a résztvevők képet kaphatnak a természet- és tájképvédelem, a kulturális örökségvédelem és a vízkészlet-gazdálkodás kiemelt feladatairól. A végső cél tehát egy olyan, hiteles és fenntartható régiós fejlesztés megvalósítása, mely a helyi közösség erejében, problémamegoldó képességében gyökerezik.

1. Bevezetés

Bolygónkon a víz az élet egyik alapeleme. Ez az értékes természeti kincs nemcsak az ember pusztá létének, hanem minden gazdasági tevékenységének is előfeltétele, mégis világszerte számos területen okoz gondot a vízkészletek korlátozott volta.

Európa vízellátottsága a világ számos területéhez képest kedvező, a kontinens általános vízhiánytól nem szenved és rendkívüli vízproblémák, mint aszályok és árvizek is ritkábban jelentkeznek, mint a többi a kontinensen. A kérdés közelebbi vizsgálata azonban jelzi, hogy Európa vizeinek minősége távolról sem tekinthető kielégítőnek.

A vízkészletekkel szemben jelentkező számos és egyre növekvő igény miatt ezek csak hatékony jogi szabályozással őrizhetők meg a jövő nemzedékek számára.

2. Víz Keretirányelv

Az Európai Közösségek vízpolitikájának újragondolása már az 1980-as évek végén megkezdődött. Jóllehet a kontinens vízellátottsága a világ számos más részéhez képest kedvező, Európa vizeinek minősége távolról sem kielégítő. Bár korábban is történt előrelépés a jogi szabályozás terén, az 1988-ban, Frankfurtban tartott miniszteri szeminárium következtetése rávilágítottak az ökológiai minőséget lefedő közösségi joganyag szükségességére. A következő lökést a Hágában, 1991-ben a felszín alatti vizekről tartott miniszteri szeminárium hozta. Ennek során kinyilvánították, hogy cselekvésre van szükség a felszín alatti vizek hosszú távú minőségi és mennyiségi leromlásának elkerüléséhez, és szükségesnek tartottak egy 2000-ig végrehajtandó cselekvési programot az édesvíz-készletekkel történő fenntartható gazdálkodás és azok védelmének céljából¹. Az Európai Tanács 1995. december 18-án elfogadott következtetése többek között egy új keret-jellegű irányelv felvázolását kívánták meg a fenntartható vízvédelmi politika alapelveinek meghatározására és az Európai Bizottságot egy olyan javaslat kidolgozására kérték fel, mely összhangban áll az állampolgárok, a civil szervezetek és más érdekelt intézmények vízzel kapcsolatos elvárásaival is. A folyamat fontos állomása volt az 1996-os brüsszeli Víz Konferencia, melyen az EU intézményein és a tagországok képviselőin kívül számos úgynevezett „érdekelt”, azaz civil szervezetek, az ipar és a mezőgazdaság szereplői, fogyasztók és környezetvédők képviselői vettek részt. A konferencia ajánlásait elfogadva a Bizottság megkezdte az EU vizes szabályozásának átalakítását.

A Víz Keretirányelv (VKI) minden vizet védelem alá helyez azzal a kinyilvánított céllal, hogy Európában 2015-re fenntartható vízhasználat mellett minden víz feleljen meg a „jó állapot” követelményeinek. A cél eléréséhez szükséges jogi háttér kidolgozásában több száz, az ipar, a mezőgazdaság, a környezet- és fogyasztóvédelem területéről, valamint helyi és országos hatóságoktól meghívott szakértő vett részt. Bevonásuk lényeges, mert a tevékenységek széles köre vízhasználattal jár, ezért ők a legilletékesebbek arra, hogy álláspontjukat kifejtsek egy olyan politika kialakítása során, amely mindnyájunkat egyaránt érint. Így alakult ki az a széleskörű megállapodás, amely rögzíti a VKI célkitűzéseit, rendelkezéseit, és határidőkhöz köti azok megvalósulását. Ez a megállapodás 2000. december 22-én emelkedett hatályba. Az Irányelv megköveteli az érintett országok együttműködését és fokozott részvételre ösztönzi az állampolgárokat, a nem-kormányzati szervezeteket és a különféle szintű hatóságokat, elősegítve ezzel a szoros ütemterv tartását.

A VKI előírása vízgyűjtő gazdálkodási terv készítését írja elő. Ezek a tervek egyes vízgyűjtőkre készülnek és valósulnak meg, vagyis azokra a természetes geológiai és hidrológiai egységekre, amelyekben a felvízi és alvízi érdekek, a helyi, regionális, országos hatóságok, valamint az érintettek találkoznak.

A Víz Keretirányelv egyik nagyon lényeges előírása az, hogy a társadalmat a folyamat kezdetétől a végéig be kell vonni a vízgyűjtő gazdálkodási tervek készítésébe és a tervek megvalósításának

¹ Gayer J. (szerk): Európai összefogás a vizek jó állapotáért. Budapest, 2005, 102 pp.

ellenőrzésébe is. A társadalom elé nem lehet kiállni azzal, hogy a vízgyűjtő gazdálkodási tervek csak a költséges vízvédelmi intézkedésekkel foglalkoznak. A hazai irányelvek alapján az elmúlt években készült vízgyűjtő gazdálkodási tervek társadalmi vitái is azt mutatták, hogy a társadalom képviselői a tervekben a számukra legégetőbb vízgazdálkodási problémák (árvízvédelem, belvízvéddelem, öntözés, vízparti szabadidő eltöltés, víztáj-védelem stb.) megoldására tervezett intézkedéseket keresték, és csak ezekkel együtt fogadták el a vízi- környezeti károk elhárítására/megelőzésére tervezett intézkedéseket.

3. A WAREMA projekt

Hogyan tud ebbe egy projekt bekapcsolódni? A VKI előírásainak megfelelően a társadalom, az érintett szereplők részvételének előmozdítása a fő cél.

A projekt 2006.06.01 – 2008.05.05 közötti időtartamot ölel fel, ami azért is előnyös, mert így a hazai hatósági munka elősegítésére szolgál a társadalom bevonásának tekintetében.

Az együttműködésben négy Európai Unió tagállam vesz részt; mint vezető partner Olaszország egy, Görögország kettő, míg Csehország egy szervezettel kapcsolódott be a munkába. Magyarország két intézménnyel képviselteti magát; a Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karral és a Fejér Megyei Agrárkamarával.

A javaslatok kidolgozásához minden egyes partnernél egy teszterület került kijelölésre, melyen keresztül a vízgazdálkodást elemezni kell. Magyarország esetében a Velencei-tóra esett a választás. A vizsgálat kapcsán ki kell térni arra, hogy a helyi érintettekkel együttműködve hogyan lehetne egy olyan vízgazdálkodást létrehozni, mely beépíthető a védett területek (pl. Ramsar, Natura 2000, NVT Érzékeny Természeti Területek Programja) és a VKI rendszerébe.

A projekt főbb célkitűzései:

- olyan regionális szintű fejlesztés megvalósítása, mely a helyi közösség erejének a hatékony felhasználására és annak erősítésére, védelmére épül;
- a természeti erőforrások, különösen a vízfogyasztás- és használat olyan jellegű átalakítása, melynek segítségével utódaink számára is megőrizhetjük ezt a páratlan és létfontosságú természeti kincset. Ezt a vízgyűjtő terület használatának komplex, integrált „újraértelmezésével” lehet elérni;
- a védett területeken és az azok környékén élőket ráébreszteni arra, hogy ezek a természetvédelmi területek jelentik a fenntartható fejlődés zálogát, a természeti kincsek „átörökítését” utódaink számára;
- a vízgazdálkodási- és területfejlesztési szervezetek részvételének illetve együttműködésének ösztönzése.

4. Mintaterület Magyarországon

A Velencei-tó a Velencei-hegység lábánál egy tektonikus törésben helyezkedik el. Vízgyűjtője a Vértes-hegység délkeleti lejtői, a Mezőföld északi része és a Velencei-hegység között terül el. Területe 602,4 km², átlagos mélysége 1,6 méter. A tómeder 10-12 ezer évvel ezelőtt alakulhatott ki, így

geológiai értelemben fiatalnak tekinthető. A tó vízrendszere három fő részből áll: a Császár-vízből, a Vereb-Pázmándi-vízből és a közvetlenül a vízgyűjtőbe érkező vizekből.

A Velence-Dinnyés rész Ramsari terület, mely két részre osztható: egyfelől a Velencei-tó egy kis része tartozik ide, másfelől a Dinnyés melletti vizenyős terület. Botanikai szempontból is érdekes terület: számos védett növény és állat él a területen. A madárrezervátum jelentős telelő és pihenőhely egyben.

A Velencei-tó vízgyűjtője több problémával küzd egyszerre: illegális hulladéklerakás, talajdegradáció, vízszintváltozás, intenzív mezőgazdálkodás növényvédő szerek alkalmazásával, a vadállatok populációinak túlnépesedése, a madarak megzavarása a vadászat és betakarítási munkák által, a turizmus koncentrációja a vízgyűjtő alsó részére és a tó intenzív turisztikai használata.

A projekt a döntéshozók kezébe olyan eszközöket ad, amelyek elősegítik a vízminőség javítását, és a Víz Keretirányelvnek megfelelően az érzékeny területek védelmét.

5. Összefoglalás

A Velencei-tó és vízgyűjtője rendkívül jó mintaterületet jelent a projekt feladatához. A sokszínű tájhasználat és az egyes érdekeltek, érintettek vízgazdálkodáshoz való eltérő hozzáállása igen jó kiinduló alap. A területileg illetékes vízügyi igazgatóság feladataihoz is illeszkedő projekt alapját jelentő társadalmi részvétel valószínűleg igen érdekes megoldásokhoz vezet, aminek végső eredménye reményeink szerint egy, a hatóságok munkáját is elősegítő és támogató tervezési koncepció létrehozása, ami előmozdíthatja a fenntartható vízgazdálkodás létrejöttét és megvalósítását a vízgyűjtő területen. Mint tudjuk, a víz élet és éljünk is vele, de úgy, hogy a jövőbeli nemzedék számára is jó minőségű és kellő mennyiségű legyen. Ehhez azonban nem elég az egyes személyek pozitív hozzáállása, hanem széles körű együttműködésre van szükség, ezt az együttműködést segíti elő a WAREMA projekt.

Irodalom

[1] Gayer J. (szerk): Európai összefogás a vizek jó állapotáért. Budapest, 2005, 102 pp.

[2] Víz Keretirányelv: Fogjunk hozzá. Európai Bizottság, Luxemburg: Az Európai Közösségek Hivatalos Kiadványainak Irodája, 2002, 12 pp.

[3] www.euvki.hu

Horoszné Gulyás Margit, tanársegéd

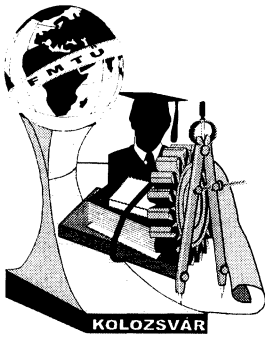
Munkahely: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Földrendezői Tanszék

Cím: 8000, Magyarország, Székesfehérvár, Pirosalma utca, 1-3.

Telefon: +36-22-516-538

Fax: +36-22-516-521

E-mail: hm@geo.info.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

EDZETT ACÉLOK ESZTERGÁLÁSA PCBN SZERSZÁMOKKAL

Horváth Richárd, Bíró Szabolcs

Abstract

In the last years the manufacturing of hardened steel has increasing role in the viewpoint of industrial application. For the efficient application the experimental study of the available tools is necessary. Our article presents the sub results of our research.

Összefoglalás

Acélok edzett állapotban történő megmunkálása az utóbbi időben egyre nagyobb teret nyer a gyakorlatban. A hatékony gyakorlati alkalmazások érdekében szükséges a rendelkezésre álló szerszámok kísérleti vizsgálata. Cikkünk az e területen végzett kísérleteink részeredményeit mutatja be.

1. Bevezetés

Az edzett acél esztergálással, fúrással, marással történő megmunkálásától nem csak a szerszámgyártó- és forgalmazó cégek, hanem a felhasználók is olyan előnyöket várnak, amely lehetővé teszi a munkadarabok nagy keménységi állapotban végzett, a köszörülés kiváltását célzó minőségi megmunkálását. Keményesztergálásnak nevezzük azokat az esztergálási műveleteket, amelyeket az előírt alak és felületi érdesség elérése céljából, a legtöbb esetben a köszörülési műveletek kiváltására, legalább 45 HRC keménységűre hőkezelt munkadarab-anyagokon, polikristályos kőbős bórnitrid (PCBN) vagy kerámia anyagú lapkás szerszámokkal, elsősorban CNC-gépeken vagy nagy merevségű, kézi vezérlésű gépeken végeznek. A keményesztergálással kapcsolatos kutatásokkal már hosszabb ideje komplex módon foglalkozunk, egyszerre nézve a minőségi (elsősorban érdességi), a termelékenységi és gazdaságossági jellemzőket. [1] [2] [3]

2. A kísérlet célja és körülményei

A kísérletek célkitűzései

Az edzett acél forgácsolására alkalmas PCBN anyagú váltólapkák forgácsolóképességének sokoldalú vizsgálata on-line mérésekkel. A lapkák elhasználódási körülményeinek sokoldalú elemzése: a szerszámkopás modellezése, éltartamvizsgálat a kopásintenzitás felvétele alapján, a forgácsolóképesség romlásának (degradációjának) műszeres megállapítása és prognosztizálása. A keményesztergált darabok felületének minősítése, a művelet gazdaságosságának számszerűsítése. [2]

A kísérlet körülményeinek bemutatása

A vizsgálatot SU 50/1500 egyetemes esztergán végeztük, melyen az éltartamvizsgálatok végrehajtását a fokozatnélküli hajtás szolgálja. A próbadarabokat tokmányba fogva, csúccsal megtámasztott állapotban esztergáltuk. A kísérletet C60 szabványjelű (DIN WrN. 1.1221) ötvözetlen acélon végeztük edzett állapotban. A keménységet rendszeresen (minden egyes réteg leválasztása után) újra mértük, egészen addig, amíg a mért értékek átlaga 58 HRC alá esett. A kísérletek végrehajtásához CNGA120408S01030A alakjelű, CB7015 anyagú lapkát használtuk. A rendelkezésünkre bocsátott lapkába alakzáró módon (ún. Safe-Lok rögzítéssel), lézerrel forrasztották be a szuperkemény anyagot tartalmazó forgácsolórészt, amely finomszemcsés polikristályos köbös bórnitridből és kerámia kötőanyagfázisból áll.

A kísérleteknél az ún. INFOS-módszer beállításait alkalmaztuk. Az esztergáláshoz használt háromtényezős éltartammodellek megállapítására (a korábban egyedülként használt ISO TC29 ajánlásai helyett) a „3v_c+3f+2a” elnevezésű (és tartalmú) kísérlettervet vezették be. Ez azzal az előnnyel járt, hogy az eredmények ábrázolhatóvá váltak (rögzített sebesség mellett, majd pedig állandó előtolás esetén). A vizsgálati körülmények célszerű megválasztása mindössze 6 beállítást igényelt. Az előzetesen feltételezett modell megállapítása lerövidíti a kísérletezésre fordított időt anélkül, hogy a modell adekvát volna csorbát szenvedne. A próbaforgácsolás tapasztalataiból, illetve a cég által rendelkezésünkre bocsátott katalógusaiból kiderült az alkalmazandó forgácsolási adattartomány.

A kidolgozott és konzekvensen megvalósított kísérletterveket a **1. táblázat** tartalmazza. [2]

Kísérleti beállítások PCBN-re				
v _c · f · a _p		160·0,14·0,25		
	200·0,08·0,25	200·0,14·0,25	200·0,25·0,25	
		250·0,14·0,25		200·0,25·0,16

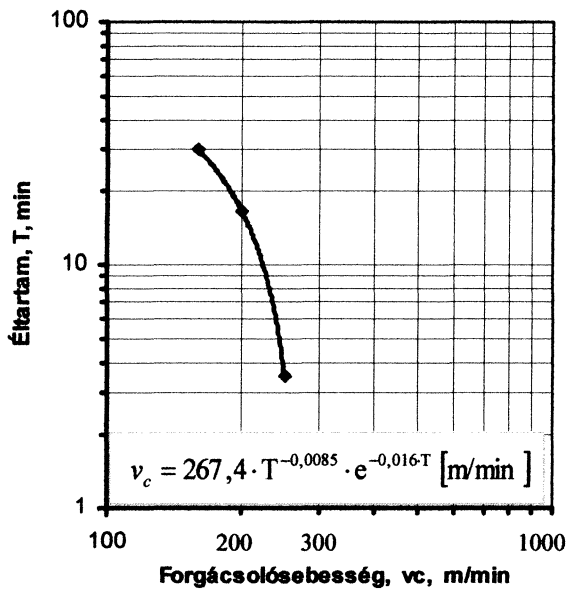
1. táblázat

3. Kísérleti eredmények

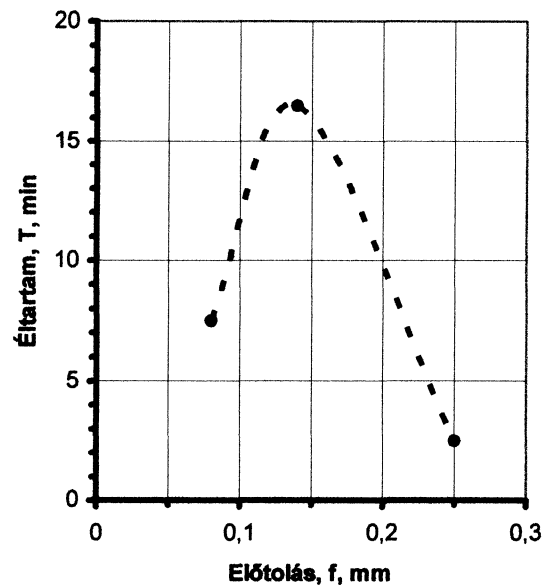
A forgácsolósebesség hatását három kísérleti beállításban vizsgáltuk: az előtolást (f = 0,14 mm), a fogásmélységet pedig (a_p = 0,25 mm) állandósítottuk. Az INFOS-kísérletterv alapján elvégzett vizsgálat első sorozatának eredményei a **1. ábrán** látható egytényezős, Taylor-szerű összefüggésben összegezhető. A pontsor log-log koordináta-rendszerben történő ábrázolása azonban nem ad egyenest, azaz nem linearizálható. A forgácsolósebesség növelésével az éltartamgörbe meredeksége változik, ami elsősorban az edzett acél esztergálását kísérő hőjelenségek károsító hatásával magyarázható. E függvény leírására a

$$v_c = A \cdot T^B \cdot e^{C \cdot T} \quad [\text{min}] \quad (1)$$

alakú modellt [4] alkalmaztunk, amely maradéktalanul alkalmas a nem-taylori éltartamfüggvények leírására.

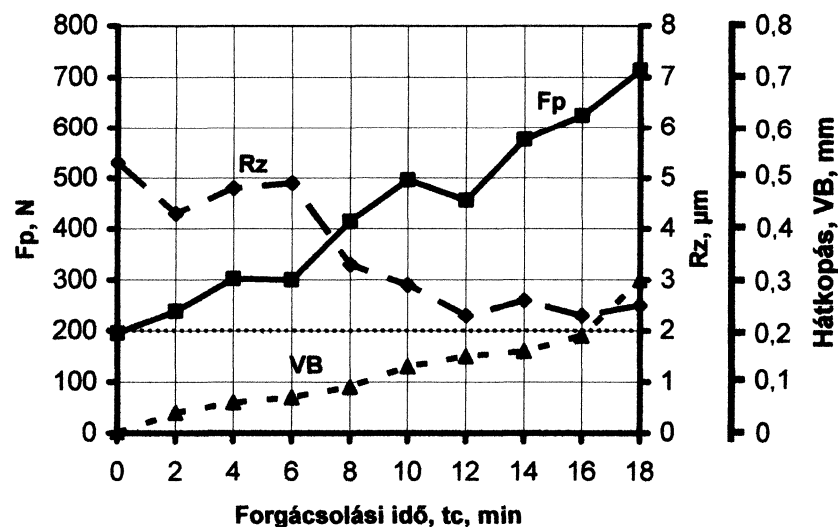


1. ábra. Forgácsolósebesség - éltartam összefüggés
 Forgácsolási körülmények: $f = 0,14 \text{ mm}$; $a_p = 0,25 \text{ mm}$;
 kopáskritérium: $VB_{meg} = 0,2 \text{ mm}$



2. ábra. Az előtolás - éltartam összefüggés
 Forgácsolási körülmények: $v_c = 200 \text{ m/min}$; $a_p = 0,25 \text{ mm}$;
 kopáskritérium: $VB_{meg} = 0,2 \text{ mm}$

Az előtolás éltartamra gyakorolt hatását szintén három kísérleti beállásban vizsgáltuk, miközben a forgácsolósebességet ($v_c = 200 \text{ m/min}$) és a fogásmélységet ($a_p = 0,25 \text{ mm}$) rögzítettük. Az elvégzett éltartamvizsgálatok alapján szerkesztettük meg a 2. ábrát. Látható, hogy a választott kísérleti körülmények között az éltartamnak extrémális pontja van az alkalmazott előtolás függvényében. Ez az extrémum-pont lokális maximumot jelent, amelyet az esztergáláskor célszerű optimális értéként beállítani.



3. ábra. Forgácsolási idő - hátkopás - passzív erő - Rz összefüggés
 Forgácsolási körülmények: $v_c = 200 \text{ m/min}$; $f = 0,14 \text{ mm}$; $a_p = 0,25 \text{ mm}$;

A szerszám kopása közben a fellépő erőhatások – a körülményektől függően különböző mértékben – növekszenek, az elhasználódás a felület érdességére kedvező hatással van: a passzív erő vasaló hatása következtében akár felére (!) is csökkenhet. Ezt mutatja a **3. ábra**.

4. Összefoglalás

A PCBN-lapka forgácsolóképesége az alábbiakban összegezhető:

- hat kísérleti beállításban megmérve a forgácsolóerő két komponensét, majd azt kiértékelve, a háromfaktoros regressziós képlet az alábbi:

$$- F_c = 36868 \cdot f^{0,7} \cdot a^1 \cdot v_c^{-0,49} \text{ [N]} \quad \text{szórás: } \pm 7 \text{ N ; korreláció: } 0,9898 \quad (2)$$

$$- F_p = 802 \cdot f^{0,88} \cdot a^1 \cdot v_c^{0,39} \text{ [N]} \quad \text{szórás: } \pm 32 \text{ N ; korreláció: } 0,87 \quad (3)$$

- hasonló módon megmértük az érdesség két paraméterét a vizsgált beállításokban, a regresszió a következő eredményt adta:

$$- R_a = 0,14 \cdot f^1 \cdot a^{0,17} \cdot v_c^{0,82} \text{ } [\mu\text{m}] \quad \text{szórás: } \pm 0,05 \mu\text{m} ; \text{ korreláció: } 0,9972 \quad (4)$$

$$- R_z = 0,15 \cdot f^{0,69} \cdot a^{-0,48} \cdot v_c^{0,81} \text{ } [\mu\text{m}] \quad \text{szórás: } \pm 0,08 \mu\text{m} ; \text{ korreláció: } 0,9996 \quad (5)$$

5. Irodalomjegyzék

- [1] Horváth, R. – Biró, Sz. – Orosz, L.: Edzett acélok esztergálása kerámialapkás szerszámokkal, MicroCAD Konferencia, 2007.
- [2] Edzett acélok esztergálása bórnitrid- és kerámialapkás szerszámokkal
Kutatási jelentés, BMF/BGK, 2006, pp. 45. + CD-melléklet (videóanyagokkal)
- [3] dr. Sipos, S. – Biró, Sz. – Tomoga, I.: A termelékenység és a minőség egyidejű növelése wiper élgeometriával Gépgyártás, 2006/4. p. 17-24.
- [4] Sipos, S.: Hazai gyártású bevonatos gyorsacél szerszámok forgácsolóképeségének vizsgálata (Egyetemi doktori értekezés), NME, Miskolc, 1986. pp. 99 (melléklet: 97 oldal)

Horváth Richárd, intézeti mérnök

Munkahely: Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8. Telefon / Fax: +36-1-666-53-26

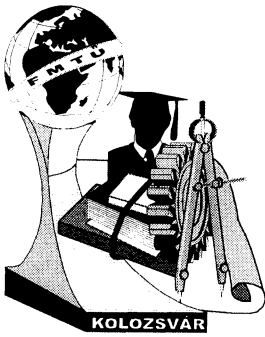
E-mail: horvath.richard@bgk.bmf.hu

Biró Szabolcs, intézeti mérnök

Munkahely: Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8. Telefon / Fax: +36-1-666-54-70

E-mail: biro.szabolcs@bgk.bmf.h



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

MIKROHULLÁMÚ HÁLÓZATI ESZKÖZÖK ELEKTROMÁGNESES KOMPATIBILITÁS VIZSGÁLATA

Horváth Zoltán

Abstract

Now days microwave network devices are getting more and more useful. These devices support wireless Internet access too. It is very important to manage frequencies because of high penetration and density of devices. Unwanted emission can take effect on other wireless communication and consume battery too. Finding these radiation could help to protect against these effects. The goal of this paper is to show a smart method to measure the radiated power of microwave devices by direction with high precision in EMC measurements.

Összefoglalás

Napjainkban egyre nagyobb szerepet töltenek be a mikrohullámú hálózati eszközök, melyek szerepet játszanak a vezeték nélküli Internet-hozzáférésben is. A nagy elterjedtség és eszközsűrűség miatt a használt frekvenciasávokkal egyre inkább jól kell gazdálkodni, ezért nem engedhető meg, hogy az eszköz nem kívánt irányba is sugározzon, ezzel elektromágnesesen szennyezze a környezetét. Mobiltelefonszerű eszköz a nem szándékos sugárzás a felhasználót is éri és a teleppel rendelkező eszközök esetén az üzemidőt is jelentősen csökkentheti. A fentiek alapján rendkívüli jelentőségű a kisugárzott teljesítmény irányfüggő pontos kimérése.

A dolgozat célul tűzte ki, hogy éppen ezért a mikrohullámú hálózati eszközök elektromágneses kompatibilitásának vizsgálatához nyújt egy olyan kiegészítést, mellyel a kisugárzott teljesítmény iránykarakteristikáját határozhatjuk meg nagy pontossággal egyszerű eszközök segítségével.

A dolgozat két eltérő megoldást is ad a jelteljesítmény háromdimenziós vizsgálatára.

Adóteljesítmény irányának vizsgálata

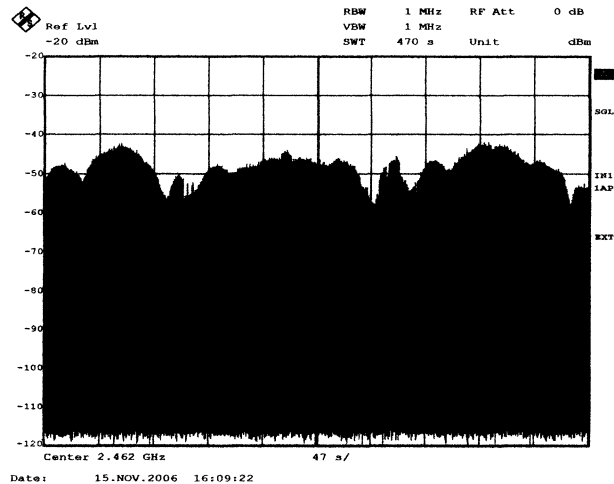
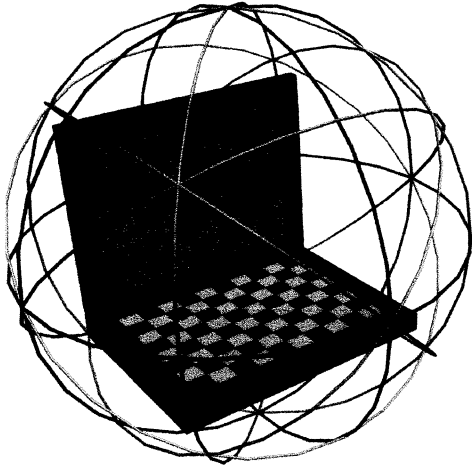
Annak érdekében, hogy egy sugárzott teljesítmény irány és frekvencia szerinti eloszlását feltérképezhessük, azt irányban és frekvenciatartományban is mintavételezni kell. Az ezt megvalósító két eltérő módszer során az alábbi követelményeknek kívánunk eleget tenni:

1. Minél nagyobb pontosság elérése;
2. Egyszerű mérőeszközök használata (vezérelhető magasságú antenna (max. 4 m), forgóasztal);
3. Minél automatizálhatóbb megoldás, kevés manuális beavatkozás;
4. A mérés időtartama a gyakorlatiasságnak megfelelően;
5. A vizsgálat eltérő polaritással is valósuljon meg.

Döntött síkok módszere

A javasolt mérésben az eszközt 9 sík mentén vizsgáljuk. (1. ábra) Minden sík az eszköznek egy egyenlítői síkja, mely egyenlítő a SUT (System Under Test, vizsgált rendszer) feltételezett középpontja körüli képzeletbeli gömbön helyezkedik el, melyet az eszközhöz rögzített koordinátarendszernek kell tekinteni. A térbeli derékszögű koordinátarendszer tengelyeit a vizsgált eszköz geometriájához

igazítsuk, annak elemeivel illetve szimmetriatengelyeivel egybeessen illetve merőleges legyen rájuk. A vizsgálat során a 3 fő síkot szükséges meghatározni, mely e három tengelyre merőleges és az origón megy keresztül. Ez a földrajzi megnevezéseket használva az egyenlítő, a 0-180 fokos és a 90-270 fokos főkör. A SUT-ot a 3 tengely körül a megforgatva e síkokat sűrolja a vizsgálati irány egyenese.



1. ábra. A vizsgált eszköz és a mérési irányokat mutató körök és pontok

2. ábra. Egy kör mentén végzett teljesítménymérés eredménye

A forgóasztal segítségével megvalósított forgatás kis szögsebességével lehet biztosítani a megfelelő felbontást. A méréshez használt spektrumanalizátor a körülforgási idővel megegyező pásztázási időt (sweep time), kihúzásnak (span) 0-t, sávszélesség-felbontásnak (RBW) a jel sávszélességét – tipikusan 20 MHz-et –, középfrekvenciának pedig az eszköz által használt csatorna középfrekvenciáját kell beállítani. Így az adott kör mentén a teljesítménykarakterisztikát ábrázoljuk. (2. ábra)

Ezzel a 3 síkkal 8 térszögtartomány keletkezett, melyeken belüli kisugárzásról nincs ismeretünk. Keskeny, túszerű kisugárzások ebben a tartományban is lehetnek anélkül, hogy ki tudtuk volna mutatni azokat. 6 további – az eredetiekhez képest $\pm 45^\circ$ -ban megdőntött – mérési síkkal kiegészítve a mérés ugyan időigényesebb lesz, de a több mintavételi sík miatt pontosabb is. (1. ábra) A szélesebb nyalábú kisugárzások mindegyikét és a túszerűek jelentős részét is így megtalálhatjuk.

A körök metszéspontjaiban a körök eltérő iránya miatt több polarizáció szerinti eredmény is adódik.

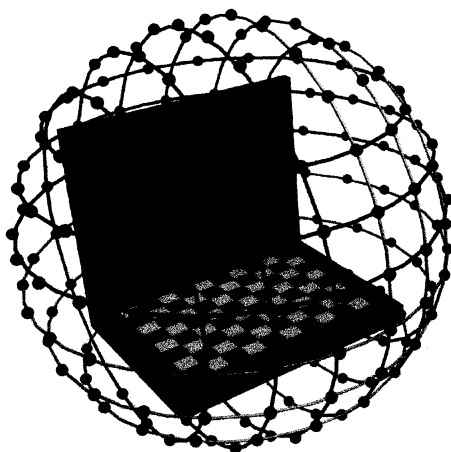
Egyenletes gömbi háló módszer

Ez esetben a méréseket nem az origón átmenő síkok mentén folytonosan, hanem a képzeletbeli gömbfelületen egyenletesen elhelyezkedő (1.) mérési pontokban végezzük.

A mérőantenna és a tárgy távolságát a vizsgálatnak keretet adó szabvány [2] 5 m-ben maximalizálja. A kis mérőtávolság sem előnyös, mert a nem pontos távolság-beállításból vagy a nem pont az adóantenna körüli forgatásból eredő távolságváltozás is jelentős vett teljesítménykülönbséget okozhat, mely a pontatlanságot növeli. Nagy távolság esetén a teljesítmény csökken, a zajszinthez közelebb kerül, így a reflektált jelek is dominánsá válhatnak. Ezek alapján a 3 méteres mérőtávolság ideális. Ilyen távolságból a mérésekhez használt átlagos antennát geometriájából adódóan hozzávetőlegesen

2×2 fokos szögben éri a sugárzás, így teljes térszögtartományt lefedéséhez több mint 10000 mérési pontot lenne szükség. Ennyi mérés az előírt 30 MHz – 26,5 GHz-es frekvenciatartomány vizsgálatával igen hosszú ideig tartana. A mérési pontok száma csökkenthető, ha nem törekszünk az összes ritkán előforduló kis nyílásszögű intenzív kisugárzás megtalálására. 4-8 óra alatt 50-200 pont (irány) mérhető le. Az alábbi megoldás egy 186 pontos mérést javasol, melyhez 15×15 fokos felbontás tartozik.

Az automatizálhatóság (3.) és az egyszerűbb, rövidebb megvalósíthatóság (4.) miatt pedig célszerű, ha minden pont egy gömbi körön helyezkedik el. Figyelembe véve a rendelkezésre álló eszközöket (2.) a



3. ábra. A vizsgált eszköz és a mérési irányokat mutató körök és pontok

körökön való mozgást a forgóasztal segítségével érdemes megvalósítani, míg a körök között az antennamagasság állításával válthatunk. A 3 méteres mérőtávolságot és az antenna magasságtartományát figyelembe véve manuális beavatkozás nélkül, egy pozícióban 3 gömbi körön lévő pontok mérhetők meg. Az adott körre az antennát – megfelelő magassággal – ráállítva az asztal körbeforg, miközben a mérési pontoknál megáll a szükséges mérés elvégzéséig. Egy teljes kör megtétele esetén az antenna magasságot megváltoztatva egy másik kör következik hasonlóan az előzőhöz. A harmadik kört is így mérhető.

A vizsgálat során szükséges 4 pozíció beállítása manuálisan történik. Az eszköz természetes elhelyezkedése (egyenlítő fölötti öv) és a forgóasztal síkjára szimmetrikus pozíció (fejfel lefelé) (egyenlítő alatti öv) mellett a kezdeti pozícióhoz képest 90 fokkal jobbra/balra megdöntve (függőleges szimmetriasíktól balra/jobbra található öv) adja e pozíciókat. Utóbbi kettőnél csak a sapkák irányában mérünk, mivel az első kettő során az egyenlítő környéki öveket megvizsgáltuk.

Az egyes mérési pontok közvetlen szomszédjuktól vertikálisan és az elevációs szöget nézve is 15 foknyira helyezkednek el. Így az övi körök által meghatározott irányok az egyenlítő síkkal rendre $\pm 7,5$, $\pm 22,5$ és $\pm 37,5$ fokokat zárnak be. Ez mondható el a másik 6 körről is 90 fokkal elforgatva.

	Elevációs szög (fok)	Pontsorhoz tartozó sugár	Pontsorhoz tartozó pontok száma (számolt)	Pontsorhoz tartozó pontok száma	Pontok közötti szög (vízszintes síkban) (fok)	Antenna magassága a tárgy síkja felett (m)	Antenna-távolság (m)	Bejárt szögtartomány (fok)
Egyenlítői öv	7,5	0,9914454	23,794689	24	15	0,39494571	3,02588	360
	22,5	0,9238840	22,173215	22	16,363636	1,242599981	3,24716	360
	37,5	0,7933651	19,040762	19	18,947368	2,301888961	3,78136	360
Sarki sapka	7,5	0,9914454		2×6	15	0,39494571	3,02588	2×90
	22,5	0,9238840		2×5	16,363636	1,242599981	3,24716	2×81,81818
	37,5	0,7933651		2×3	18,947368	2,301888961	3,78136	2×56,84211
Pontok száma összesen:				186				

1. táblázat. A mérési pontokat meghatározó paraméterek egység sugarú gömbön

Az egyenlítői körön a mérési pontok 15 fokként helyezkednének el, ezért arra 24 ilyen pont kerülne. Azonban a körök ettől távolodva egyre kisebb sugarúak, így a pontok azonos távolságát biztosítandó kevesebb mérési pontra van szükség. A forgóasztalt tehát ez ebből adódó szögeknek megfelelően kell

a forgatás során léptetni. A sapkák lefedésénél hasonló helyzet áll elő, a „sarkok” közelében futó körökívekre 6-6, míg attól távolabb 5-5 illetve 3-3 mérési pont kerül.

Az **antennamagasság** megkapható a vizsgált tárgy és az adott elevációhoz tartozó gömbi kör mérési pontja közötti félegyenes és az antenna mozgását meghatározó függőleges egyenes metszéspontjából.

Ha az antenna emelése közben nem döntjük meg azt a vizsgálandó eszköz felé, úgy az antenna iránykarakterisztikáját is figyelembe kell venni. A korrekció mértékét az antenna főirányú nyeresége és az adott elevációs szöghöz tartozó nyeresége közötti különbség adja.

A 37,5 foknál magasabbról a vizsgálat a 3 méteres távolság mellett nem kivitelezhető az antenna oszlopának és egy átlagos rádiófrekvenciásan árnyékolt mérőszoba magassága miatt. Ekkor forgóasztaltól származó és az antenna a teremhez képest jelentős hely és helyzetváltoztatása miatti reflexió is megnövekedhet. Az antenna magasságának növelésével a mérőtávolság is megnő. A csillapításkorrekciót kalibráló méréssel vagy a szabadtéri csillapítást számításával (1) adhatjuk meg:

$$a_0 = 10 \cdot \log \frac{(4 \cdot \pi \cdot r)^2}{\lambda^2} \quad (1)$$

ahol r az adó-vevő távolság, λ a vivő hullámhossza méterben, az eredményt pedig dB-ben adódik.

Az egyenletes gömbi háló módszer jól **skalázható**. A pontosságot a körök és a pontok számának növelésével javíthatjuk, míg elhagyásukkal a méréshez szükséges időt csökkenthetjük, de utóbbival az ideális 2×2 fokos felbontástól már jelentősen eltérünk, ezért ez nem javasolt.

A sugárzás **polarizációjának** leméréséhez a kevesebb kézi beavatkozás érdekében polárváltó mechanika használata javasolt. A polarizációváltások minimalizálása miatt minden kört vertikális majd horizontális polarizáltsággal mérjük végig. Polárváltó hiányában az eddigi gömbi körök által meghatározott mindkét tengelyre merőleges tengelyre a többihez hasonló gömbi köröket helyezünk el. Ez a pozíciók számát 6-ra növeli, de minden kör mentén az összes pontot megmérve pontonként éppen két egymásra merőleges módon – tehát mindkét polarizációval – fogunk mérést fogunk végezni.

Következtetések

A két módszerről megállapítható, hogy a kitűzött követelményeket teljesítik, és alkalmasak teljesítmény-kisugárzás mérésére. Univerzalitása miatt a második módszer használata javasolt.

Irodalom

- [1] Chr. Bornkessel, D. Heberling, M. Neikes, A. Schramm: *3D Radiated Power Measurements of Mobile Phones at IMST With Regard to User Interaction*, IMST GmbH
 [2] ETSI: *EN 300 328-1 V1.6.1 Elektromágneses összeférhetőségi és rádióspektrumügyek (ERM). Széles sávú átviteli rendszerek. A 2,4 GHz-es ISM-sávban működő, szórt spektrumú modulációt alkalmazó adatátviteli berendezések.*, ETSI, 2006

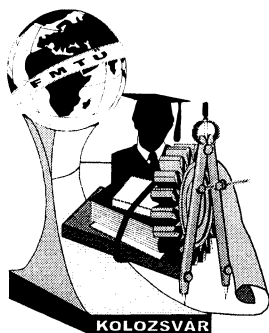
Horváth Zoltán, doktorandusz

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, VIK, Híradástechnika Tanszék

Cím: 1117, Magyarország, Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon / Fax: +36-1-463-3261

E-mail: horvathz@jedlik.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

TITÁNBÓL KÉSZÜLT NYOMÁSTARTÓ EDÉNY HEGESZTÉSE

Juhász Krisztina

Abstract

When planning and manufacturing pressure vessels there must be taken into consideration high quality standard prescriptions, because they contain substances which can be hazardous for the environment and human health. As the bundle tubes heat exchanger must be able to cool the wet chlorine gas it cannot be manufactured from stainless steel, because the gas destroys it. For this reason the producer chose as heat exchanger material the unalloyed titanium with the designation Titanium Grade 2. This material has high affinity to the oxygen, nitrogen and hydrogen, this arise problems when welding it so there was need for several experiments to determine it's weldability. The welding operation must be made by qualified welder. Due to these things we can found that the critical point in producing pressure vessels from titanium is the operation of welding.

Összefoglalás

A nyomástartó edények tervezésénél és gyártásánál nagy gondot kell fordítani a megfelelőségre, a pontosságra és a minőségügyi előírásokra, hiszen a legtöbb esetben olyan közeget fognak bennük tárolni, szállítani, keverni és hűteni-fűteni, melyek az emberre és környezetre is egyaránt károsak. Mivel a vizsgált hőcserélőnek alkalmasnak kell lennie nedves klórgáz hűtésére, ezért nem volt célszerű normál korrózióálló acélból készíteni, mert a benne lévő nedvesség miatt a klór az acélt megtámadja. Ezért alapanyagként a Titán Grade 2 jelű ötvöztelen titán választották a tervezők. A titán egy „kényes” szerkezeti anyag, mert magas hőmérsékleten nagy az affinitása az oxigénhez, nitrogénhez és hidrogénhez, ezért különleges technológiát és eljárást igényel, úgy mint a megfelelő anyagból készült eszközök, berendezések használata, valamint a speciális hegesztéstechnológia alkalmazása. A titán alapanyagból készülő nedves klórgáz hűtésére alkalmas hőcserélő gyártásának minden szempontból a legkritikusabb pontja a hegesztés.

1. A titán és tulajdonságai

A titán csak az 1950-es években tűnt fel, mint szerkezeti anyag az iparban. Gyakorisága ma a vegyipari gépészetben már olyan, mint kb. 35 évvel ezelőtt a saválló acéloké volt. Azért csak ekkor került előtérbe, mert előállítására több fázisból áll, meglehetősen bonyolult és költséges.

A titán néhány jellemzője:

- ezüstfehér színű szerkezeti anyag, sűrűsége: $\rho = 4,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, olvadáspontja: 1670°C ;
- az ipari (technikai) tisztaságú fémtitán 99,2-99,7% tisztaságú;
- szakítószilárdsága: $R_m = 400-600 \text{ N/mm}^2$, kontrakciója: $Z = 35-65\%$;
- rugalmassági modulusa: $E = 12500-105000 \text{ N/mm}^2$;
- rácsszerkezete: 882°C alatt sűrű illeszkedésű, hexagonális térrácsú (α -titán);

882°C felett térközepes köbös térrácsú (β -titán);

- kiváló korrózióállóságú, 400°C (650°C)-ig korrózióálló, nedves, tengervizes, szervessavas közegeknek tökéletesen ellenáll;
- a kén-, salétrom-, és foszforsav megtámadja;
- nem mágneses, kicsi a hőtágulása, rossz hővezető, jól hegeszthető argon védőgázban.

2. A titán jelentősége a mai ipari termelésben

1990-ben a világ titántermelése kb. 100 ezer tonna volt, mára ez az érték a felére zsugorodott [1]. A titánt napjainkban elsősorban a vegyipar (szivattyúk, csővezetékek, hőcserélők), a gyógyszeripar, az élelmiszeripar, a petrokémiai ipar, valamint a tengeri-, repülő- és űrjármű ipar gyártási területén használják. Magyarországon titángyártásról nem beszélhetünk, a feldolgozás viszont évtizedek óta folyik főleg a vegyipari és gyógyszeripari berendezéseket gyártó vállalatoknál 2001 óta folyamatosan bővülő felhasználási igénnyel.

3. A Titán Grade 2-ből készülő hőcserélő hegesztése és problémái

A titán hegesztése

A titánnak és ötvözetének néhány különleges tulajdonsága miatt az erre az anyagra szokásos kötési eljárások száma behatárolt. Ilyen eljárás lehet az AWI (amit ebben az esetben is alkalmaztunk), az AFI, a plazmasugaras, az elektronsugaras és az ellenállás pont- és vonalhegesztés.[2]

A Titán Grade 2 egy ötvözetlen titánfajta (ahol a Grade 2 jelölés a titán minőségére, fajtájára utal, anyagjele W. Nr. 3.7035), melyet azért választottunk alapanyagként, mert a „tisza” titán ellenáll annak a nedves klórgáznak, amit a hőcserélőnek hűtenie kell.

A hőcserélők gyártásában tapasztalatot szerzett technológusoknak a Titán Grade 2 esetében alapvetően két területre kell fokozottan odafigyelniük: az egyik a felület előkészítés, tisztaság, a másik a hegesztéstechnológia. Az alkalmazott felület előkészítési technológia az alábbi műveletekből áll:

Művelet	Művelet
1.	Felülettisztítás, zsírtalanítás P3-Galvaclean 4112, 0,3-1,5 %-os oldattal (60-80 bar)
2.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
3.	Pácolás: Carre Edelstahl-Beizpaste ES 50 %-os vizes oldattal, felhordása savszivattyúval permetezéssel, vagy ecseteléssel. Időtartama 1-5 perc
4.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
5.	Közömbösítés P3-Galvaclean 4112(Henkel) 0,3-1,5 %-os oldattal (60-80 bar)
6.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
7.	Acetonos törlés a hegesztési munkák megkezdése előtt.

A felület előkészítési technológia lépései

Amennyiben a felületben bepréslődött fémes szennyeződés is található, úgy azokat mosás előtt csiszolással el kell távolítani. Mosás után a felületeket bő hideg vízzel le kell öblíteni, és nyugvó

levegőn kell szárítani. A mosáshoz használt munkaterületet, az emelő- és szállító eszközöket úgy kell kialakítani, illetve megválasztani, hogy a tisztítás után a felületek ne szennyeződjenek el.

Ha az előkészítés befejeződött, a következő lépés az, hogy a gyártmánynak keresni kell egy tiszta, rendbentartott, huzatmentes, daruzható, forgatóval ellátott hegesztő munkahelyet, melyben a (tisztá ruhás) minősített hegesztő(k) megkezdheti(k) a hegesztést. A hegesztőnek a hegesztendő éleket a hegesztés megkezdése előtt elő kell készítenie és a hegesztési hozaganyagot (AWI-pálcát) - ami az AWS (amerikai szabvány) szerinti ERTi-2 típusjelű huzal - acetonnal át kell mosnia. Ügyelnie kell arra, hogy az acetonozáshoz használt ruha ne szöszölgjön.

Védőgázt (4.5 minőségű 99,995 %-os illetve 5.0 minőségű 99,999%-os tisztaságú argont) egyidőben három helyre kell biztosítani: a hegesztéshez, a varrat és környezete korona oldali védelméhez és a varrat gyök és környezete gyök oldali védelméhez.

Néhány gyakorlati tapasztalat

- A hegesztési varratok élkialakításánál a koronggal való köszörülés nem biztonságos (a köszörűkorong szemcséi ugyanis beéghetnek a titánba, ezzel a varrat hibáját okozhatják). Köszörüléskor nem keletkezhetnek felfutási színek, elszíneződések;

- Az utolsó művelet mindig forgácsoló művelet legyen, pl. élgyalulás, vagy kézi megmunkálásként az ún. turbómarózás;

- A titán könnyen kenődik, berakódik a szerszámba, ezért köszörülni, illetve turbómarózni csak kisebb sebességgel lehet, mint a korrózióálló acélokat;

- Az egyes lépések közben az „elkoszolódott” titánt több alkalommal is le kell mosni;

- Kifejezetten tilos szénacél drótkoronggal a titánhoz nyúlni, mivel így a varratot már előre tönkre lehet tenni, helyette rozsdamentes drótkorongot kell használni;

- Egy stabil ív biztosításának feltétele a wolfram elektróda hegyesre köszörülése;

- Ívgyújtás csak a hegesztési vályatban, vagy a már hegesztett rétegen végezhető (nagyfrekvenciás gyújtás);

- A hegesztőhuzalt az égő (pisztoly) előtti hegfürdőre, az alapanyaggal bezárt 20-45°-os szögben kell rávezetni. Hegesztés alatt a hegesztőhuzal vége mindig a védőgázburkon belül maradjon, nem érintheti a hegesztendő darabot, mivel ez a varrat szennyeződéséhez vezet;

- A hegfürdő térfogat a lehető legkisebb legyen;

- Kerülni kell az esetleges túlmelegedést, ezért a hegesztési folyamatot többször meg kell szakítani;

- Több rétegű hegesztéskor a hegesztés folytatása előtt minden sort le kell tisztítani;

- Az illesztési helyek és a varratátmenetek egymáshoz képest eltolva helyezkedjenek el;

- Hegesztés közben az egyes sorok gázvédelme nem szakítható meg;

- A végkráter kitöltéséhez nem szabad az ívhúzást hirtelen megszüntetni (végkráter-töltés);

- A védőgáz utánáramlás nem szűnhet meg, amíg a varrat lehűlése el nem éri a 300°C hőmérsékletet;
- Több ember kell a részegységek összeállításához, mint a korrózióálló acéloknál, mivel szükséges a koronaoldali és a gyökoldali gázvédelemhez is egy-egy személy. Ezt a normaidő számításnál is figyelembe kell venni;
- Csővégek préseléséhez acetonban megtisztított prést kell használni. A préseléshez kenőanyag nem használható. 8-10 csővég préselése után a csőprés felmelegszik, ezért vagy hűteni kell, vagy két szerszámot felváltva kell használni.

A fentiek figyelembevételével hegesztették a 8-as számú hosszvarratot (WPS szám: Ti-51), aminek a megfelelőségét roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok is igazolják.



A 8-as számú hosszvarrat makroszkópikus képe

4. Következtetések / Összefoglaló

A titán hegesztése tehát meglehetősen bonyolult és összetett feladat. Ahhoz, hogy megfelelő varratokat készítsünk nagyon nagy odafigyelés, szakértelem, idő és energia szükséges. Elengedhetetlen a kiváló alap-, és hozaganyag, a megfelelő és tiszta környezet, a kiépített hegesztőbázis, valamint a jól képzett személyzet. A másik fontos megállapítás, hogy a titán alkalmazása meglehetősen költséges, de a nagy pénzügyi ráfordítást kompenzálja az, hogy a hőcserélő várható élettartama 3-5-szöröse is lehet a korrózióálló acélokkal szemben.

Irodalom

- [1] www.ombkenet.hu/bkl/bklk20041/dobranszky.pdf FÉM KOHÁSZAT folyóirat 137. évfolyam, 1. szám, 2004. 29-35. oldal (Dr. Dobranszky János: Titán: a fém, amelyet a repülés tett naggyá)
- [2] Dr. Gáti József - Dr. Kovács Mihály: A titán és ipari alkalmazása, BME Mérnök Továbbképző Intézet, Budapest, 1983.

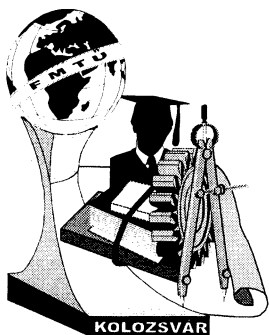
Juhász Krisztina tanszéki mérnök

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Mechanikai Technológiai Szakcsoport

Cím: 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516376

E-mail: juhasz.krisztina@gamf.kefo.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

Si₃N₄ KERÁMIÁK DINAMIKUS TÖRÉSI SZÍVÓSSÁGÁNAK SEBESSÉGFÜGGÉSE

Kaulics Nikoletta, Dr. Marosné dr. Berkes Mária

Abstract

In the current paper determination of dynamic fracture toughness of Si₃N₄ based structural ceramics and rate-dependence of this feature will be introduced. We investigated the dynamic fracture toughness on notched and unnotched samples by instrumented impact test completed with electro-emission measurement. The evaluation was executed by the so called dynamic key-curve method and fractography based calculations. Both procedure s leded to similar results with the main observation of the rate dependent behaviour of silicon nitride ceramics.

Összefoglalás

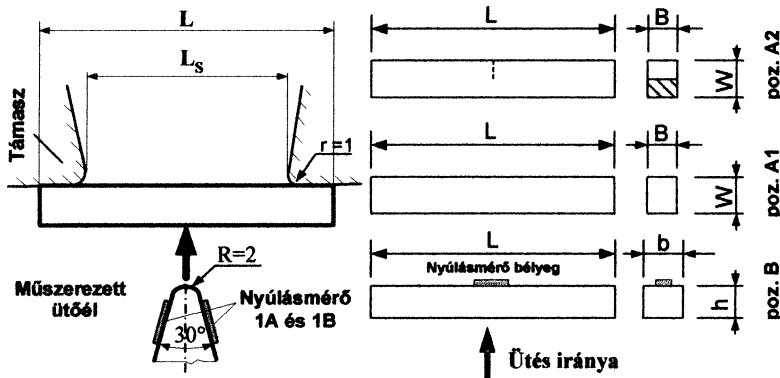
Jelen cikkben a Si₃N₄ alapú műszaki kerámiák dinamikus törési szívósságának meghatározását és ezen jellemző sebességfüggését mutatjuk be. Kísérleteink során bemetszett és bemetszetlen próbatesteken elektro-emissziós mérés technikával kiegészített műszerezett ütővizsgálatot végeztünk. A kiértékelést az ún. dinamikus kulcs-görbe, valamint fraktográfiai módszer alapján végeztük. Mindkét eljárás hasonló számszerű eredményekhez vezetett, amelyek a szilícium-nitrid kerámiák sebességfüggő viselkedésére utaltak.

1. Bevezetés

A dinamikus törési szívósság (K_{Id}) meghatározására számos módszert ismerünk. A dinamikus törési folyamatot bemetszett és bemetszetlen próbatesteken műszerezett ütővizsgálattal tanulmányozva, különböző kiértékelési módszerekkel többféle módon is meghatározhatjuk a K_{Id} értékét. Amennyiben a törési folyamat kvázi-statisztikus jellegű, akkor a K_{Id} értéke a jól ismert kvázi-statisztikus összefüggésekkel számítható [1,2]. Ez a módszer feltételezi, hogy a törést okozó terhelőerő (a számító összefüggésekben szereplő F_{max}) megegyezik a repedésterjedés instabil tovaterjedéséhez tartozó $F_{i,u}$ erővel. Ez a feltétel azonban rideg anyagok, mint például a kerámiák nagy sebességű terhelésekor csak bizonyos terhelési sebességig teljesül, a repedésterjedés kezdeti szakaszában fellépő jelentős erőszcillációk miatt. Nagy sebességű igénybevételeknél, a dinamikus törési szívósság meghatározására az ütési válaszgörbe (IRC) [3,4], vagy a dinamikus kulcs-görbe módszer alkalmazható [5,6]. Ezen eljárások esetén a számításokhoz a t_F törési idő ismerete szükséges. Az eddig felsorolt módszerek bemetszett próbatesteken végzett vizsgálatokat igényelnek. A törési szívósság becslésére alkalmas lehet a bemetszetlen próbatesteken végzett vizsgálat is, amennyiben fraktográfiai elemzés révén határozzuk meg a K_{Id} értékét. Jelen cikkünkben a fentiek közül a dinamikus törési szívósság meghatározásának két módszerét, az ún. dinamikus kulcs-görbe módszert és fraktográfiai vizsgálatokon alapuló eljárást mutatjuk be és hasonlítjuk össze. A számításokhoz szükséges t_F törési idő meghatározásához elektro-emissziós mérés technikát alkalmaztunk [7].

2. A vizsgált anyagminőség és a mérési elrendezés

A vizsgálati berendezés egy CEAST 25/15/2 típusú műszerezett ütőmű volt. A vizsgált anyag összetétele 90%Si₃N₄, 4%Al₂O₃, 6%Y₂O₃ volt. A próbatesteket az MTA MFAKI gyártotta kétlépcsős gáznyomású szintereléssel HIP-berendezésben, amelyek négyszög keresztmetszetű hasábok voltak 4,9 mm x 3,2 mm x 49 mm névleges méretekkel. A vizsgálatokat három sorozatban végeztük, az alkalmazott vizsgálati elrendezéseket (próbatest pozíciókat) az 1. ábra illusztrálja.



1. ábra Próbatestek műszerezett ütővizsgálatok során jellemző pozíciói

3. A dinamikus törési szívósság meghatározása műszerezett ütővizsgálattal

A dinamikus kulcs-görbe (DKC) módszer esetén [8] adott vizsgálati elrendezés mellett a K_{Id} értéke a következő képlettel számítható [5,6,9]:

$$K_{Id} = \frac{3 \cdot E \cdot L_s \cdot Y(a_0/W)}{2 \cdot W^{3/2} \cdot C_s^* \cdot [1 + C_m/C_s]} \cdot v_0 \cdot t_F \cdot k^{dyn}(t = t_F) \quad (1)$$

ahol E a próbatest rugalmassági modulusa, a_0 a kezdeti repedéshossz, C_s^* dimenzió nélküli próbatest compliance, C_m gép compliance, C_s bemetszett próbatest compliance, v_0 az ütési sebesség, t_F a törési idő, k^{dyn} a t_F -től függő dinamikus kulcs-függvény, W a próbatest vastagsága (az ütés irányába eső mérete), $Y(a_0/W)$ geometriai függvény. Az egyes compliance értékek számítása a referenciákban megtalálható [5,6,9,10]. A dinamikus hatásokat a k^{dyn} tényezővel vesszük figyelembe [6,11].

Az [15]-es hivatkozás megfontolásai alapján a DKC módszerrel, bemetszett próbatestekre számított dinamikus törési szívósság értékeket az I. táblázat tartalmazza. A sebességfüggés elemzése érdekében a táblázatban a gyártótól kapott kvázi-statisztikus K_{Ic} ($v \approx 0$ m/s) értékeket is feltüntettük. Az eredményekből látszik, hogy a K_{Id} a sebesség növelésével egyértelműen csökken.

I. táblázat. Műszerezett ütővizsgálattal és DKC módszerrel meghatározott K_{Id} értékek

Jellemző	Ütési sebesség, v , m/s		
	0	0,78	2,88
Törési szívósság, K_{Ic} vagy K_{Id} , MPa m ^{1/2} (Próbatest: bemetszett; pozíció: A2)	6,81	4,51	3,00
	7,87	4,75	3,81
	7,51	3,60	2,05
	7,55	4,73	2,07
	-	-	3,03
Átlag, MPa m ^{1/2}	7,43	4,40	2,79
Szórás, MPa m ^{1/2}	0,45	0,54	0,74
Variancia együttható, %	6,00	12,30	26,60

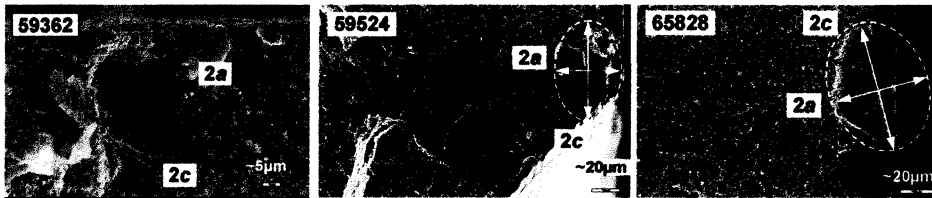
A Si₃N₄ kerámiák hasonló viselkedéséről számoltak be japán szakemberek is írásaikban [10,12].

4. A dinamikus törési szívósság becslése fraktográfiai vizsgálatokkal

A repedésterjedés kiindulópontja számos hibatípus lehet. A különféle anyagfolytonossági hibákat egy *Y* hibaalak tényezővel jellemezhetjük. Feltételezve, hogy terhelés alatt ezen feszültséggyűjtő helyek egyikéből indul ki a törést okozó repedés, a törési feszültség és a kritikus feszültségintenzitási tényező között az alábbi kapcsolat áll fenn [13,14]:

$$K_{Ic} = \sigma_f \cdot Y \cdot a^{1/2}, \tag{2}$$

ahol *a* a törés kiinduló helyének mérete. A σ_f értékeket A1 és B pozíciójú, bemetszetlen próbatesteken végzett műszerezett ütővizsgálattal határoztuk meg. A töretfelületek fraktográfiai elemzése kimutatta, hogy a törés kiinduló pontjai jellemzően egyedi, a felszínhez közeli pórusok voltak (2. ábra).



2. ábra Törés kiindulópontjaként szolgáló, felszínhez közeli pórusok

A kvázi-statisztikus esetre érvényes egyenletet [1,2] kiterjesztve a dinamikus törés esetére is a hiba karakterisztika és törési feszültség alapján meghatározott dinamikus törési szívósság értékeket a II. táblázat foglalja össze.

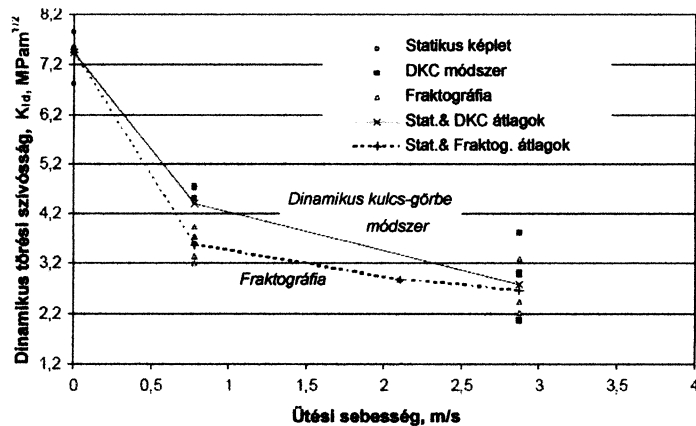
II. táblázat Fraktográfiai vizsgálatokkal, bemetszetlen Si₃N₄ próbákon mért *K_{Ic}* értékek

Ütési seb. v, m/s	Poz.	Próba No.	Törési fesz. σ_{max} MPa	2c, µm	2a, µm	Y	ca	<i>K_{Ic}</i> ^{frakt.} MPam ^{1/2}	Átlag MPam ^{1/2}
0,78	A1	59462	672	44,7	21,0	1,47	2,13	3,20	3,56
	A1	65814	547	82,0	41,0	1,59	2,00	3,94	
	A1	65824	599	65,0	31,0	1,59	2,10	3,75	
	B	65828	410	94,0	53,0	1,59	1,77	3,36	
2,10	B	59524	461	72,0	31,0	1,59	2,32	2,89	-
2,88	A1	65846	641	46,2	33,7	1,26	1,37	3,32	2,66
	A1	59322	547	39,3	10,7	1,77	3,67	2,24	
	A1	59362	610	32,5	25,0	1,13	1,30	2,44	

A kétféle módszerrel kapott dinamikus törési szívósság értékeket szemléletesen veti össze a 3. ábra. A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a fraktográfiai becsléssel kapott *K_{Ic}* értékek az ütési sebesség növekedésével csökkennek, hasonlóan a dinamikus kulcs-görbe módszerrel, bemetszett próbatestek esetén számolt *K_{Ic}* értékekhez.

5. Összefoglalás

Si₃N₄ kerámiák dinamikus törési szívósságát műszerezett ütővizsgálat segítségével, kétféle módszerrel határoztuk meg. A törési idő ismeretében a *K_{Ic}* értékét egyrészt bemetszett próbá-



3. ábra. Si₃N₄ kerámiák dinamikus törési szívósságának sebességfüggése

kon az ún. dinamikus kulcs-görbe elv alapján határoztuk meg, másrészt bemetszetlen ütőpróbatestek töretfelületének fraktográfiai jellemzőiből empirikus törésmechanikai összefüggés alapján becsültük. A kapott K_{Ia} értékek jó egyezést mutattak mindkét módszer esetén, továbbá egyértelműen utaltak arra, hogy a vizsgált Si_3N_4 kerámiák törési szívóssága a sebesség növelésével csökken. Az elvégzett kísérletek azt bizonyítják, hogy a fraktográfiai elemzéssel kiegészített műszerezett ütővizsgálat a törésmechanikai jellemzők gyors és egyszerű becslését teszi lehetővé (K_{Ia}), amelyek alkalmasak a költséges, és hosszadalmas törésmechanikai vizsgálatok mérőszámainak megbízható ellenőrzésére.

A szerzők köszönet mondanak Dr. Arató P., Lenkeyné dr. Biró Gy., Dr. J. Dusza és M. Belicayova kollégáknak az értékes szakmai segítségért, valamint az OTKA T046467, OTKA NI 061724 pályázati források pénzügyi támogatásáért.

Irodalom

- [1] *Fine ceramics — Test method for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by single edge precracked beam (SEPB) method*, ISO/DIN 15732, Int. Org. For Standard, 1999
- [2] *Standard Test Methods for Determination of Fracture Toughness of Advanced Ceramics at Ambient Temperature*, ASTM C1421-99, Am. Soc. for Test. and Mats., Philadelphia, 1999
- [3] J. F. Kalthoff: *Concept of impact response curves*, ASM Handbook, 1995, Vol. 8., ASM, 269-271
- [4] T. Kobayashi, M. Niinomi, Y. Koide, K. Matsunuma: *Instrumented Impact Testing of Ceramics*, Transactions of the Japan Institute of Metals, 1986, Vol.27, No.10, 775-783
- [5] W. Böhme: *Determination of the impact fracture toughness K_{Ia} of plastics at high rates of loading $>1\text{m/s}$* , Fract. Mech. Testing Methods for Polymers, Adhesives & Composites, 2001, ESIS 28, 73-89
- [6] W. Böhme: *Application of dynamic key curves for the determination of the impact fracture toughness of polymers at high rates of loading*, Impact and Dynamic Fracture of Polymers and Composites, ESIS 19, Mechanical Engineering Publications, London, 1995, 59-71
- [7] Lenkeyné B. Gy., S. Winkler, Z. Major, I. Lévy: *Applicability of magnetic and electric-emission techniques for detecting crack initiation in impact tests*, Proceedings of the 11th European Conference on Fracture, Vol. III. Poitiers, 3-6 September 1996, 1989-1994
- [8] W. Böhme: *Dynamic key-curves for brittle fracture impact tests and establishment of a transition time*, ASTM STP 1074, 1990, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 144-156
- [9] *Standard Test Method for Plain-Strain Fracture Toughness of Metallic Materials*, ASTM E399-90, Am. Soc. for Test. and Mats., Philadelphia, 1997
- [10] T. Kobayashi, M. Niinomi, I. Yamamoto: *What does it tell us? - Computer Aided Instrumented Charpy Impact Testing System*, Proc. Oji Int. Seminar on Dynamic Fracture, 1989, 203-214
- [11] Marosné B. M., Kaulics N., J. Dusza: *Characterization of dynamic failure process of Si_3N_4 ceramics, Part II: Dynamic fracture toughness*, Journal of the American Ceramic Society, 2007, p19 (megjelenés alatt)
- [12] T. Kobayashi, K. Matsunuma, H. Ikawa, K. Motoyoshi: *Evaluation of static and dynamic fracture toughness in ceramics*, Engineering Fracture Mechanics, 1988, Vol. 31., No. 5., 873-885
- [13] *Standard Practice for Fractography and Characterization of Fracture Origins in Advanced Ceramics*, ASTM C 1322-05b, Am. Soc. for Test. and Mats., Philadelphia, 2005
- [14] *Advanced technical ceramics – Monolithic ceramics – Mechanical properties at room temperature – Part 6: Guidelines for fractographic investigation*, ENV 843-6:200x, Draft 10, N425

Kaulics Nikoletta, doktorandusz¹, **Dr. Marosné dr. Berkes Mária**, egyetemi docens^{1,2}

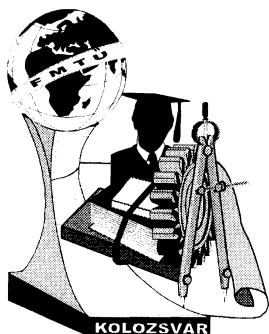
Munkahely: ¹ Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Mechanikai Technológiai Tanszék

² MTA, ME Mechanikai Technológiai Kutatócsoport

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon: +36 (46)565111/1197 és +36 (46)565111/1198 ; Fax: +36 (46)561504

E-mail: metniki@uni-miskolc.hu és metmar@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Kavas László

Abstract

The main object of this paper is to provide a short introduction of the more and more frequently used, multiple aspect decision in the process of military acquisition. Additionally, it deals with the difficulties of the handling and evaluation of necessary information. I sketched a possible decision model. This model intends to give a method to choose the best military equipment, taking into consideration the optimum price/value, or as nowadays, is called cost effectiveness.

Összefoglalás

A cikk a katonai beszerzésekben egyre inkább létjogosultságot szerző többszemponútú döntés metodikájának bemutatására törekszik. Kitér a módszer alkalmazásához szükséges információ számszerűsítésének nehézségeire. Felvázolásra kerül a döntési modell előállításának egy lehetséges változata. A felvázolt példa egy ár/értékoptimum elv alapján kedvező, vagy korunk fő szemlélete szerint megfogalmazva költség-hatékonyság szerint megfelelő haditechnikai eszköz kiválasztását célozza.

1. A MŰSZAKI TERMÉKEK ÖSSZEVETÉSÉNEK ELMÉLETI HÁTTERE

A haditechnikai eszközök – mint a műszaki eszközök egyfajta speciális kategóriája – rendelkeznek néhány sajátos, a kiválasztásban el nem hanyagolható szemponttal. Új technika rendszerbe állítása, beszerzése estén nem egyszerűen csak egy „vásárlás” a megvalósítandó folyamat. A kiválasztás viszonylag hosszú időtartamra kb. 40 éves tervezett üzemeltetési intervallumra vonatkozik. Egy ilyen hosszú időszakban a harcászati, műszaki alapkövetelmények előre nem látható módon szinte bizonyosan megváltoznak

A bevezetőben vázolt probléma megoldása egy meglehetősen összetett, úgynevezett többszemponútú döntés. A feladat megoldásához az alábbi lépések vezetnek:

I. A döntés feladat előkészítése

- cél megfogalmazás
- alternatívák kiválasztása
- szempontrendszer kialakítása

II. A döntési feladat megoldása

- az alternatívák kiértékelése szempontonként

- a szempontokhoz súlysámok meghatározása
- összegzés, értékelés

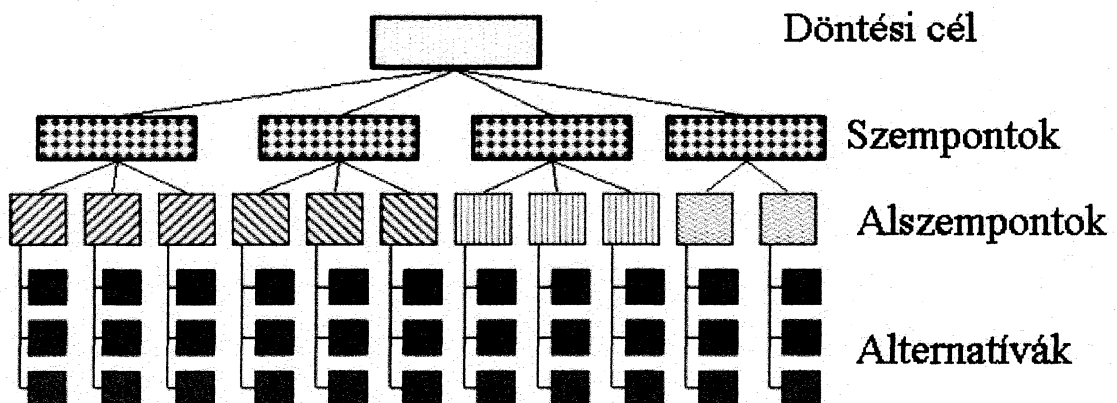
A többszemponútú döntési eljárás kiválasztására általános, egyértelmű szabály nem található a szakirodalmakban (ez is döntési feladat), a konkrét probléma ismeretében lehetséges a legmegfelelőbb módszer meghatározása. Haditechnikai eszközök összevetésére a vonatkozó szakirodalom az eddigi próbák alapján mintegy 8 numerikus módszert említ, közülük két eljárás emelhető ki:

- KESSELRING eljárás
- AHP (Analytic Hierarchy Process) eljárás

Az első módszer viszonylag egyszerű. Az eljárás az alternatívákat egy ötfokozatú verbális skálán helyezi el minden egyes szempont szerint, ahol a legkedvezőbb fokozat egy ideális berendezés adott szempont szerinti ideális képességét jellemzi. Az ötfokozatú skálán való mérés eredménye alapján p_{ij} értékekkel pontoz (az i -edik alternatíva j -edik szempont szerinti pontértéke és $p_{ij} \in \{0,1,2,3,4\}$).

Minden szempontokhoz fontosságukat jellemző súlysámot rendel (ω_j), ahol $2 \leq \omega_1 \leq 10$. Ez az eljárás már alkalmas preferencia sorrend felállítására és a legjobb alternatíva kiválasztására. Figyelembe vehető az egyes szempontok fontossága is. Hátránya, hogy az alkalmazásához intervallum, illetve arányskálán mért szempontokra van szükség.

Az AHP módszer szerint a döntési probléma az áttekinthetőség érdekében egy többszintű fastruktúráként ábrázolható. A legfelső szinten a döntési cél, az alatta lévő szinteken a szempontok, az alszempontok stb., a legalsó szinten pedig az alternatívák helyezkednek el. A döntési modell szerkezeti felépítését az 2. ábra mutatja.



2.ábra. Az AHP döntési modell felépítése

Az optimális döntés – mint döntési cél – elérése érdekében a szempontok csoportjába a következő elemek sorolhatók:

Katonai szempontok, vagy másképpen a harcászati jellemzők csoportja, amelyek a harcászati - technikai jellemzőkkel mérhetők.

Műszaki szempontok: amelyek főleg a légi üzemeltetési és a földi műszaki üzemeltetési oldalt tükrözik.

Pénzügyi és gazdasági szempontok: amelyek legfőképpen a rendszerbe állítás, rendszerben tartás költségeit reprezentálják.

Más megközelítésben, az elméletileg lehetséges módszerek helyett a közbeszerzésekre vonatkozó állami előírások érvényesülnek. Ezen megkötő, korlátozó előírás rendszer gyakran két módszerre redukálja a figyelembe vehető értékelési módokat:

- A legalacsonyabb összegű beszerzés
- Összességében a legoptimálisabb kiválasztása

Az első eset minden kétséget kizáróan a legolcsóbb ajánlat meghatározását célozza. Az értékelési eljárás egyszerű, jól áttekinthető és számokban értelmezve egyértelmű. A legfőbb hátrány a korszerűség, a műszaki minőség szemléletének elhanyagolásából adódik, hiszen a „legolcsóbb” műszaki termékek sohasem lesz csúcsmínőség.

Az optimális megoldás megkeresése ezzel szemben pontosan a fent említett negatívum kiküszöbölésére szolgál. Cserében az előnyökért, egy meglehetősen bonyolult, gyakran nehezen áttekinthető értékelési rendszert kell kezelni.

1.1. A korszerű harcászati repülőgépek fő jellegzetességei

Alapkövetelményként kell szem előtt tartani, hogy az átfegyverzés eredményeként a légierő képes legyen mind légvédelmi feladatok ellátására, mind szárazföldi csapatok támogatása érdekében végzendő fontos feladatok maradéktalan megoldására, ami lényegében hármas feladatrendszert jelent:

Amennyiben több, azonos fejlettségi szinten elhelyezkedő repülőgépet próbálunk összevetni azt tapasztaljuk, hogy a hajtóművekre vonatkozó teljesítmény paraméterek egyértelműen megállapíthatóak, a repülőgép sárkányszerkezeti jósága azonban közvetve minősíthető. E kérdés megválaszolása a manőverező képesség jellemzésén keresztül történhet meg napjainkban, illetve ezen belül is egy újfajta szemlélet, az energetikai elemzések adnak információt.

A szakmai egyeztetések eredményeként egy leegyszerűsített AHP modell:

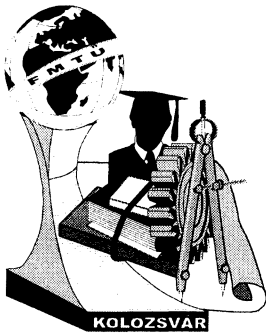
Főszempont	Súlyozó érték	Alszempon	Súlyozó érték	Mérhető jellemzők és értékek
Harcászati jellemzők	0.3-0.35	Önvédelmi képesség	0.34	
		Légi harc jellemzők	0.33	
		Földi célok elleni tevékenység	0.33	
Repülőműszaki- technikai jellemzők	0.25-0.3	Műszaki – technikai adatok	0.2	
		Fegyverzet	0.2	
		Navigáció	0.2	
		Kommunikáció	0.2	
		Túlélő képesség	0.2	
Üzemeltethetőségi mutatók	0.2-0.25	Meghibásodások közötti repült idő	0.3	
		Élőkészítési normaidő	0.25	
		Automatizáltság szintje	0.25	
		Repülőgép vezetői ergonómia	0.2	
Pénzügyi jellemzők	0.25-0.3	1 repülőgép beszerzési ára	0.4	
		1 repült óra költsége	0.35	
		Repülőtéri infrastruktúra költsége	0.25	

A súlyozási értékek jelzett intervallumban bemutatásával azt kívánom érzékeltetni, hogy az adott szempont fontosságának megítélése mennyire nem egységes a kérdésben vizsgálódó szakértők között. A repülőgép beszerzés terén a politikai, gazdasági, repülő hajózó és repülő műszaki szakemberek véleménye jelentősen eltérő. A táblázat utolsó oszlopának adatokkal való feltöltése igényli az egyes repülőgép típusok kiemelt adatainak számszerűsítését, egységes rendszerben történő összehasonlítását. A feladat elvégzéséhez elsődlegesen a gyártó által kibocsátott műszaki leírások, gyakorlati aerodinamikai jellemzők és előre meghatározott tesztelési célú repülési feladatokból nyerhetünk információkat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] Hiller, F.S. and Liebermann, G.J.: Introduction to Operation Research, Holden Day Inc. 1986.
- [2.] Basak, I. and Saaty, T.L., : Group the analytic hierarchy process, Mathematical Computer modelling 17 (1993)
- [3.] RAPCSÁK T: Többszempon t u döntési problémák, MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet, Budapest, 2003

Kavas László főiskolai docens, PhD aspiráns
 Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Repülőműszaki Intézet
 5008 Szolnok, Pf. 1.
 Tel:+36-30-3847360
 E-mail: kavas.laszlo@zmne.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

HŐÁLLÓ ACÉLLEMEZEK FOLYÁSGÖRBÉJÉNEK FELVÉTELE

Kecskés Bertalan

Abstract

The yield strength (flow stress) of metallic materials is one of the most important material properties in aspect of metal forming technologies. There are many different methods to determine the flow stress curves of metals. The experimental methods to determine flow stress curve have to be carried out in similar conditions to real technology, in which the given material will be used.

Összefoglalás

Tanszékünk már több éve foglalkozik folyásgörbe felvételi módszerekkel. A gyakorlatias oktatás jegyében a hallgatókkal is ismertetjük ezeket a módszereket, és a laborgyakorlatok során lehetőséget biztosítunk, hogy kísérletek segítségével elsajátíthassák ezeket. A különféle módszerek megismertetésénél különös hangsúlyt fektetünk arra, hogy az egyes kísérletek körülményei minél jobban hasonlítsanak a valós alakítástechnológiákhoz. A dolgozat lemezanyagokhoz alkalmas folyásgörbe felvételi módszert mutat be.

1. Bevezetés

A fémek, ötvözetek alakítási szilárdságának ismerete fontos a képlékenyalakítási technológiák vizsgálata és tervezése szempontjából. [1] Alakítási szilárdság alatt az adott fém, vagy ötvözet egytengelyű feszültségállapotában a maradó alakváltozást megindító feszültséget értjük. Az alakítás hatására bekövetkező maradó alakváltozás megjelenését a 0,2% maradó alakváltozás észlelésénél értelmezzük. Az alakítási szilárdság ismerte azért fontos:

- mert a folyási feltétel felírásához szükséges az alakítási szilárdság;

$$\sigma_o = \sigma_1 - \sigma_3 = \beta \cdot k_f \quad (1)$$

- mert az alakítás erőszükségletének meghatározásánál szereplő közepes alakítási ellenállást és a fajlagos alakító erőt az alakítási szilárdság ismertében tudjuk meghatározni;

$$k_k = k_f + f(\mu, \text{geometria}) \quad (2)$$

- illetve azért is, mert segítségével származtatjuk az egységnyi térfogatra vonatkoztatott ideális alakváltozási munkát.

$$W_{id.faj.} = k_f \cdot \varphi \quad (3)$$

Az alakítási szilárdság anyagjellemző, és függ az alakváltozás mértékétől, az alakváltozási sebességtől, és az alakítási hőmérséklettől. A folyásgörbe az alakítási szilárdság változásának grafikus ábrázolása a befolyásoló tényezők függvényében.

2. Lemezalakító technológiák feszültségi és alakváltozási viszonyai

A lemezalakító technológiák feszültségi és alakváltozási viszonyainak megfelelő folyásgörbe felvételi módszer a szakítóvizsgálat. A szakítóvizsgálat során az egyenletes nyúlás szakaszában megközelítően egytengelyű feszültségi állapot alakul ki. Ebben a szakaszban a maradó alakváltozást megindító feszültség, egyenlő az alakítási szilárdság értékével.

$$\sigma_\delta = \sigma_1 - 0 = \beta \cdot k_f \Rightarrow \sigma_\delta \equiv \sigma_1 \equiv k_f \tag{4}$$

A lemezzakító próbatestnél a terhelőerővel megegyező irányban a legnagyobb az alakváltozás (φ_1) a szélesség irányban pedig nincs, vagy elhanyagolható az alakváltozás (φ_2), a lemez viszont vékonyodik (φ_3). A térfogat állandóság alapján kifejezhető a hossz és vastagság irányú alakváltozások közötti összefüggés kapcsolata.

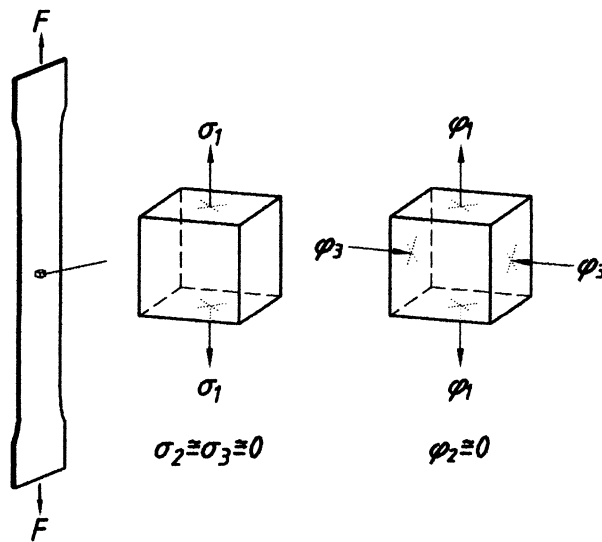
$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \varphi_1 + 0 + \varphi_3 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_3 \tag{5}$$

Az összehasonlító alakváltozás értéke [HENKY] –féle anyagtörvény alapján:

$$\varphi_\delta = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{(\varphi_1 - \varphi_2)^2 + (\varphi_2 - \varphi_3)^2 + (\varphi_3 - \varphi_1)^2} \tag{6}$$

Az egyenlet megoldásával megkapjuk a szakítóvizsgálatra érvényes összehasonlító alakváltozás értékét.

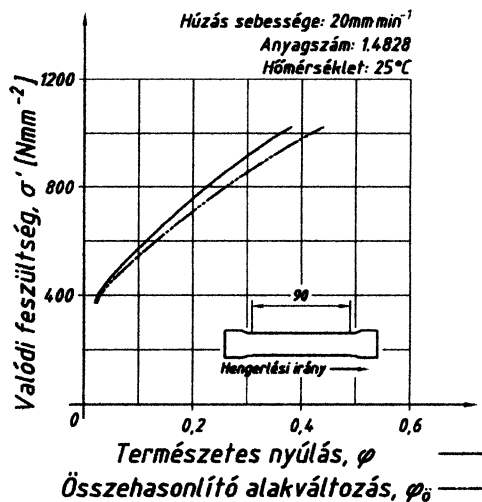
$$\varphi_\delta = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \varphi_1 \tag{7}$$



1. ábra. Szakítóvizsgálatnál az egyenletes nyúlás szakaszában kialakuló feszültség és alakváltozási viszonyok

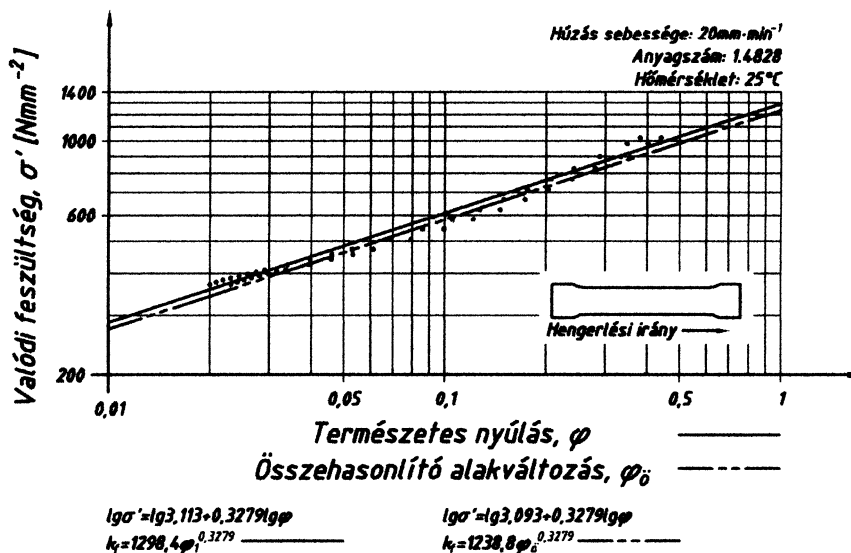
3. Szakítóvizsgálat segítségével történő folyásgörbe felvétel

A vizsgálatokat X15CrNiSi20 12 és X15CrNiSi25 20 és anyagminőségi jelű ausztenites szövetszerkezetű hőálló acélokon végeztük. A szakító próbatetek készítése során figyelembe vettük, hogy a vizsgált lemezek tulajdonságai függenek a lemez hengerlésének irányától, ezért a hengerlési iránnyal megegyező, arra merőlegesen és 45 fokos szöget bezáróan vettük ki a mintákat. A vizsgálat menetét X15CrNiSi20 12 (1.4828) anyagminőségi jelű a hengerlés irányával megegyezően kivett mintára mutatjuk be. A szakítóvizsgálat eredményeinek ismeretében és a szakítódiaagram felvétele után megszerkeszthetjük az egyenletes nyúlás szakaszában a valódi feszültség változását a természetes nyúlás, és az összehasonlító alakváltozás függvényében is.



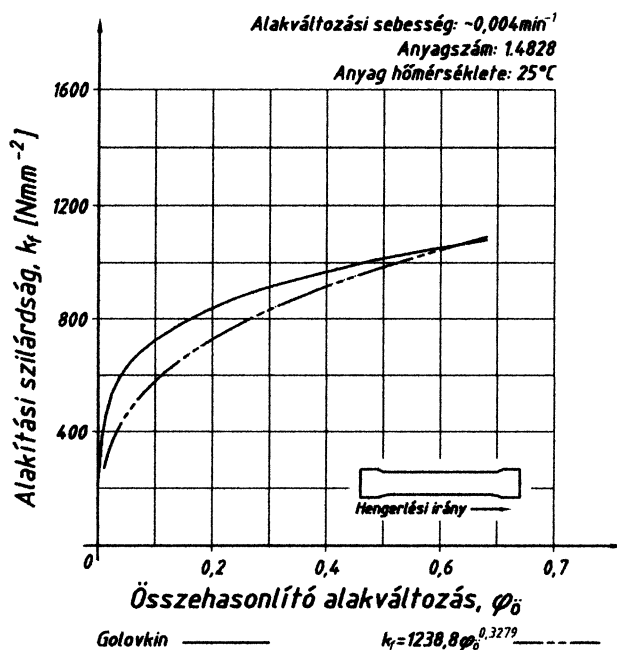
2. ábra. Valódi feszültség változása a természetes nyúlás és az összehasonlító alakváltozás függvényében

A folyásgörbe log – log koordináta-rendszerben egy egyenes, amelynek meredeksége a keményedési kitevő. [2]



3. ábra. A folyásgörbe függvényének származtatása.

A mérési adatok ismeretében felírható a folyásgörbe függvénye is. A módszer hibája az, hogy az adott függvény esetén alakítatlan állapotban nulla alakítási szilárdságot eredményez a függvény. A függvény ennek ellenére jól alkalmazható lemezalakító technológiáknál.



4. ábra. Folyásgörbék

4. Összefoglaló

A méréseink során kapott folyásgörbét összehasonlítottuk a trapéz alakú lemez próbatest nyújtó kísérletéből kapott folyásgörbével (4. ábra) [3, 4]. Jól látható, hogy a két módszerrel kapott folyásgörbe értékei között az eltérés nem több, mint 15%. Tervezzük további folyásgörbe felvételi módszerek megvalósítását is.

Irodalom

- [1] DR. VOITH MÁRTON: *A képlékenyalakítás elmélete*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1998. 81. oldal
- [2] DOEGE MEYER – NOLKEMPER SAEED: *Fließkurvenatlas metallischer Werkstoffe*, Hansel Verlag München, Wien, 1986. 25 -27. oldal
- [3] B.M. GOLOVKIN: *Iszledovanije technolicszeszki parametrov Kandidatszkaja disszertacija* Moszkvai Autógépészeti Egyetem, 1976.
- [4] KIRÁLY RÓBERT, UJHELYI GÁBOR: *Hőálló lemezek tulajdonságai és mélyhúzhatósága*, TDK dolgozat, Kecskemét, 2006.

Kecskés Bertalan, tanszéki mérnök

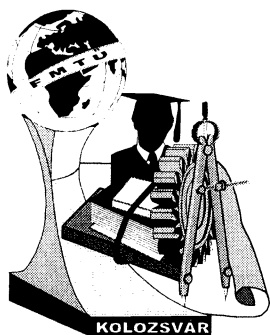
Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar, Fém és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet

Mechanikai Technológiai Szakcsoport

Cím: 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon: +36-76-516374

E-mail: kecskes.bertalan@gamf.kefo.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

GÁT SZEREPÉNEK TANULMÁNYOZÁSA A FRÖCCSÖNTÖTT TERMÉK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAIRA

Kocsis Ákos, Szűcs András

Abstract

In this paper we show the effect of the gate on the mechanical properties of the injection moulded samples. The gate system of a standard injection mould was modified in such a way that one or two entrances belong to the cavity. The polymer melt flows through edge or film gate to the cavity. Polypropylene and PBT were used in the examination. Charpy impact and tensile test were measured. The mechanical properties of the samples were significantly different depending on the gate type. The specific impact strength is higher when edge and film gates were used in the cavity than the samples having no weld line.

Összefoglalás

Közleményünkben fröccsöntött próbatetek mechanikai tulajdonságainak változását mutatjuk be a beömlés kialakításának függvényében. Szabványos próbatest gyártásra alkalmas fröccsöntő szerszámot úgy módosítottunk, hogy egy illetve, kétoldali beömlést tudjunk alkalmazni. Az alapanyag oldal, vagy film gáton át áramolhat az üregbe. Polipropilén és poli(butilén-tereftalát) alapanyagokból fröccsöntöttük a próbateteket. Charpy ütve-hajlító és húzó vizsgálatokat végeztünk. Megállapítottuk, hogy a beömlési módtól a próbatetek mechanikai tulajdonságai szignifikánsan változtak. A várttal ellentétben azt találtuk, hogy a film-oldal kettős beömléssel gyártott darabok ütőmunkája meghaladta az összecsapás nélküli próbatetek ütőmunkáját.

1. Bevezetés

A hőre lágyuló műanyagból, mechanikai vizsgálatra alkalmas próbateteket sajtolással, vagy fröccsöntéssel állítják elő. A fröccsöntéssel készített próbatest jellemző méreteit szabvány rögzíti. A mintát egy illetve két oldalról, a próbatest végéről szokás fröccsönteni. A kétoldali beömlésnél a termék közepén egy összecsapási vonal jön létre, ami gyenge hely, mert a mechanikai jellemzői általában nem érik el az összecsapás nélküli minták tulajdonságait. A kísérleti szerszámunkban film és oldal beömlőt alkalmaztunk [1]. Célunk az volt, hogy kapcsolatot találjunk a beömlés keresztmetszete, típusa és a mechanikai tulajdonságok között.

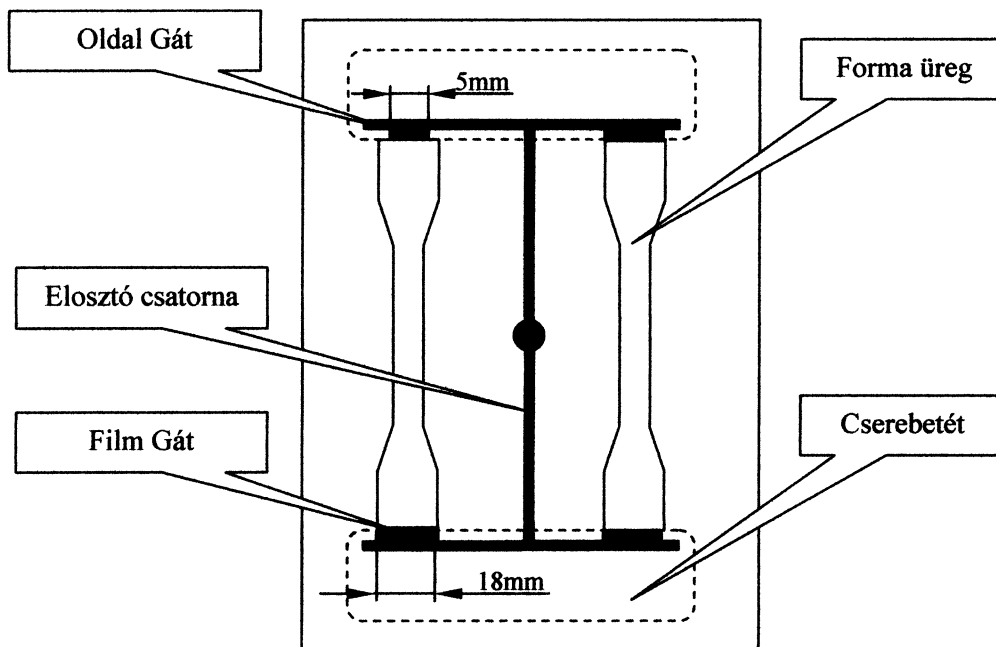
2. Felhasznált alapanyagok, eszközök

A vizsgálatokat ARBURG 270 U Allrounder típusú fröccsöntő géppel végeztük. A berendezés precíz vezérlése alkalmas nagy pontosságú termék gyártásához. Maximális záróerő 350kN.

Műanyagból fröccsöntött tárgyak alakját és méreteit megadó, előírt szerkezeti minőséget kialakító gyártóeszköz a fröccsöntő szerszám. A szerszám egy vagy több fészekkel (formaüreggel)

rendelkezik, ahol a háromdimenziós, összetett, tagolt termékek leképzése történik. [2] A vizsgálathoz használt szerszám fészek kiosztását, és elvi vázlatát a 1. ábra mutatja be. Próbatétel fröccsöntéséhez film és oldalbeömlőt használtunk a következő variációkban:

- Oldalbeömlés (oldal);
- Film beömlés (film);
- Kétoldali film beömlés (film-film);
- Film és oldal beömlés (oldal-film).



1. ábra. A fröccsöntő szerszám mozgóoldali formalapjának elvi vázlata és fészek kiosztása

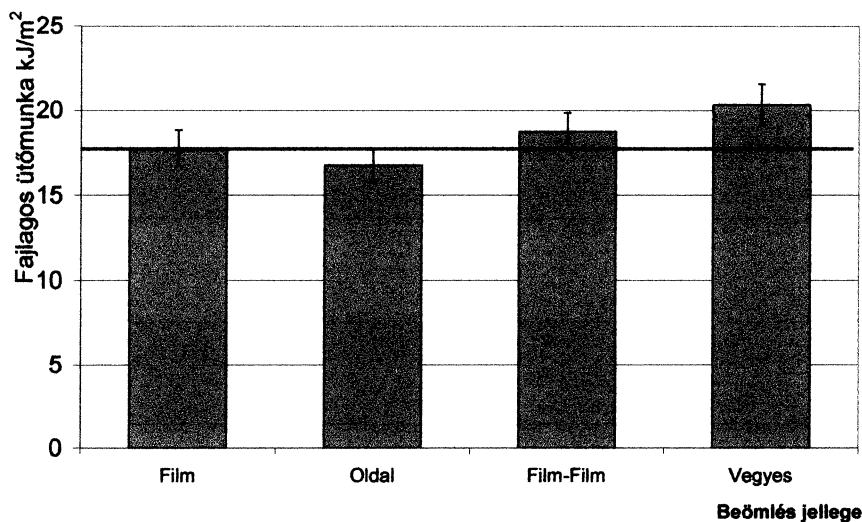
A vizsgálatokhoz polipropilén kopolimert (TVK TIPPLEN K-392) és üvegszál erősítésű poli(butilén-tereftalát) (GE Plastics VALOX 451-E 20% GF) alapanyagokat használtunk

A gyártott próbatételek mechanikai tulajdonságait INSTRON 4482 szakítógéppel (keresztfejsebesség 200 mm/min PP-nél, 50 mm/min PBT-nél) és Charpy féle ütő-hajlító berendezéssel határoztuk meg.

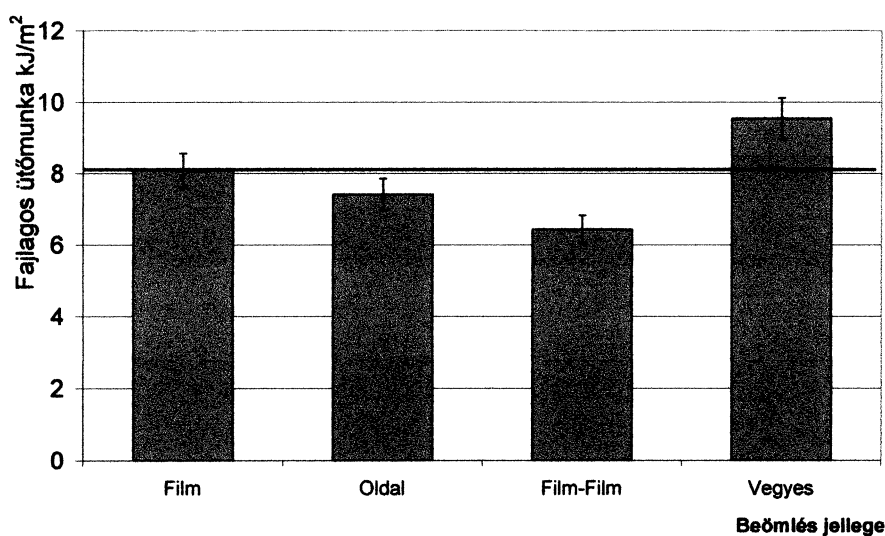
3. Kísérleti rész

Mindkét alapanyagból 60 próbatételeket készítettünk. A fröccsöntések azonos technológiai körülmények mellett történtek ($T_{\text{ömlédék,pp}}=210^{\circ}\text{C}$; $v_{\text{fröccs,pp}}=100\text{mm/s}$; $P_{\text{fröccs,pp}}=500\text{bar}$; $t_{\text{átkapcsolás,pp}}=6\text{sec}$; $T_{\text{szerszám,pp}}=40^{\circ}\text{C}$). A méréseket mindkét fészekből kivett próbatételeken elvégeztük, de mérhető különbséget nem tapasztaltunk az üregek között. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a két termék leképzése közel azonos körülmények között történik [1].

A próbatételek ütőmunkája szignifikánsan változott a beömléstől függően. A mért eredményeket a 2. és a 3. ábra mutatja be.

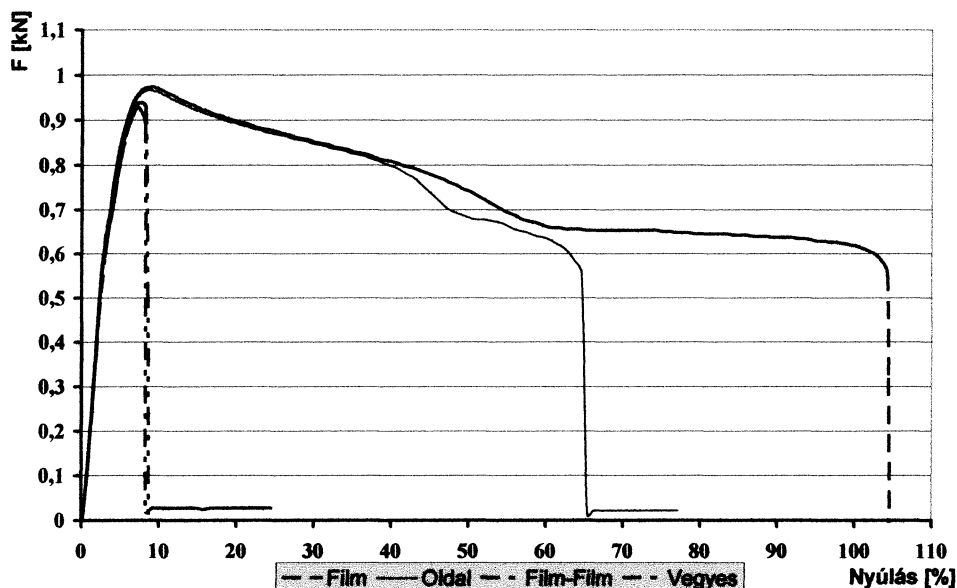


2. ábra. Fajlagos ütőmunka értékek a beömlés függvényében (PP)



3. ábra. Fajlagos ütőmunka a beömlés függvényében (PBT)

A könnyebb összehasonlítás miatt az egyoldali filmbeömlést vettük alapul. A diagrammokból jól látható, hogy az egyoldali filmbeömlő mindkét anyag esetén kicsivel meghaladja az oldalbeömlővel készített próbatestek ütőmunkáját. Ez azzal magyarázható, hogy a filmbeömlővel egyenletesebb kitöltést valósíthatunk meg. A PBT alapanyagunk 20% üvegszálat tartalmaz, így az összecsapásos próbatestek ütőmunkájának elvileg csökkennie kellene [3.] Ezzel szemben vegyes kitöltés esetén a mért ütőmunka mindkét alapanyag esetén szignifikánsan nőtt. Ez valószínűleg arra vezethető vissza, hogy vegyes beömlés esetén az áramlási profil lényegesen eltér a többi gáttípusnál kialakulótól. A rövidebb folyási út, és az oldalbeömlés nagyobb nyírási hőfejlődése magyarázhatja a jobb hegedést. A 4. ábrán a PP anyag jellemző szakító diagrammjait mutatjuk be. Az összecsapási helyvel rendelkező darabok nyúlása lényegesen kisebb, mint az egyoldali beömlésű daraboké. Ez volt tapasztalható a PBT próbatestekre is.



4. ábra. Jellemző szakító diagrammok (PP)

4. Összefoglalás

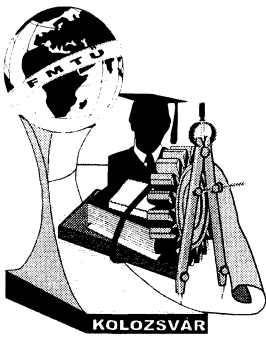
Sikerült kimutatnunk, hogy a fröccsöntéssel gyártott próbatetek szilárdsági tulajdonságait befolyásolja a beömlés jellege. A próbatetek ütőmunkája a várttal ellentétben az összecsapással rendelkező vegyes beömlésű minták esetén nőtt. Azt a leképzés körülményeinek megváltozásával magyarázzuk.

Irodalom

Az irodalomjegyzék a következő adatokat tartalmazza: sorszám, szerző(k), a mű címe, kiadója, megjelenés helye, ideje, az oldalszámok, ahol az idézett rész megtalálható, az alábbi minta szerint:

- [1] Jehuda Green, Reinhold Wimberger-Fried: *Precision Injection Moulding*, Hanser Gardner Publications Inc., Munich, 2006
- [2] Roger Brown: *Handbook of polymer testing*, Marcel Dekker Inc. New York, 1999
- [3] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk: Investigation of the effect of surface finishing on injection moulding parts, 11th International Conference on Tools, ICT-2004.09.10.

Kocsis Ákos gépészmérnök hallgató
Szűcs András főiskolai tanársegéd
 Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Műanyag és Gumitechnológiai Szakcsoport
 H-6000 Magyarország, Kecskemét Izsáki út 10.
 Tel: +36303135675/FAX.:+3676516399
 E.mail: szucs.andras@gmail.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

A KÖRNYEZETTUDATOSSÁG MEGVALÓSULÁSA A FÉMFORGÁCSOLÁSBAN KÜLÖNBÖZŐ HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉKOK ALKALMAZÁSÁVAL

Kovács Attila, Dr. Varga Gyula

Abstract

This paper emphasizes the use of environmentally friendly metal cutting technologies. This article deals with the application of minimal volume of coolants and lubricants. When using synthetic oils and bio-oils the use of mineral oils can be avoided.

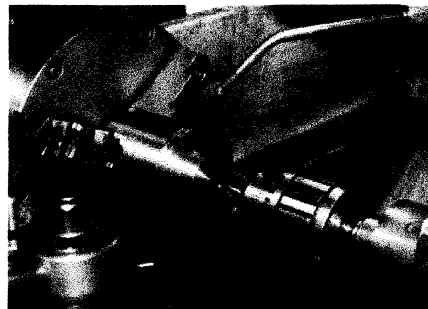
Összefoglalás

A dolgozat a környezetbarát megmunkálási technológiák használatát hangsúlyozza. Foglalkozik a minimális kenés alkalmazásával és az ásványi olajok alkalmazásának mellőzésével és a szintetikus illetve a növényi olajok felhasználásával.

1. Bevezetés

A 21. században tapasztalható, hogy a környezet terhelése egyre nagyobb, ami arra ösztönzi korunk mérnökeit, hogy tervező tevékenységüket környezettudatosan, csökkentett környezetterheléssel végezzék. A termékek megvalósítási, előállítási folyamatában is csökkenteni kell a környezetet szennyező anyagok használatát, illetve a környezetet szennyező anyagokat megsemmisíteni.

A gépipari forgácsoló megmunkálások során régebben az olaj alapú emulziók használata nagyon jelentős volt.



1. ábra. A hűtő-kenő folyadék mennyiségének csökkentése, később elhagyása a modern gyártás jellemzője [3]

2 Ásványolaj felhasználásának csökkentése

A hűtő-kenőanyagok használatából adódó környezetkárosító hatások egyik lehetséges módja, ha a felhasznált emulzióban a kenőolaj mennyiségét csökkentjük. A művelet hátrányaként megjelenik, hogy a szerszám élettartama csökkenni fog, jelentősebb lesz a forgácsoló szerszám kopása, a súrlódás megnő, ennek következtében nagyobb lesz a munkatér hőmérséklete, melegedés fog bekövetkezni.

Az eljárás hátrányai mellett előny, hogy a megmunkálási költségek csökkennek, hiszen a minimálismennyiségű hűtő-kenő folyadék előállításához kevesebb olaj kell, melynek önköltsége kevesebb. További csökkentő tényező, hogy a kisebb mennyiségű olajból sokkal kevesebb maradhat a forgácson. Ennek eltávolítási költsége is kisebb.

2.1 Közös hűtőfolyadék rendszer használata

A közös hűtőfolyadék rendszer a természet által ihletett hűtési megoldás, amely felépítés jellemző például a fák gyökérzeteire, ágaira, leveleire, vagy ilyen az ember keringési rendszere, illetve a folyók elrendezése. A tervező mérnökök azt vették észre, hogy az ilyen rendszerek a nagy szállítókapacitásuk mellett viszonylag kis energiával működtethetők. A forgácsolás során keletkezett hőtől a bepermetezett folyadék egy része elpárolog, ezáltal hőt von el. A visszatérő hűtő-kenő folyadék fastruktúra jellegű összegyűjtése és visszavezetése a központi tárolóba a rendszert majdnem teljesen zárttá teszi. Itt számolni kell az elpárolgott kenőanyag hatásaival. Az összegyűjtött hűtő-kenő folyadék kezelése egyszerűbbé válik. A módszer nem terjed el, hiszen kiépítése költséges, kezelése bonyolult.

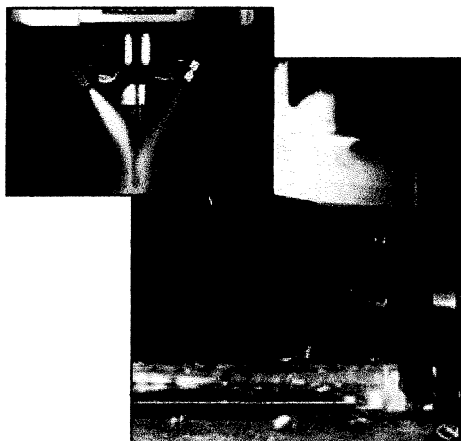
2.2 Alkohol bázisú anyagok használata

Az etanol hamarosan nagy szerepet játszhat a nagysebességű hűtésben, ami egy alacsony párolgási hőmérséklettel rendelkező alkoholfajta. A Darton Dynamics kifejlesztett egy nagysebességű hűtési rendszert etanolt használva [2]. Az etanol elpárolog miután lehűti a forgácsolószerszámot, ezáltal a forgács nem marad a munkadarabon, sem a forgácson. Ez a hűtéstechnika kiküszöböli azokat az újrahasznosítási és megsemmisítési kérdéseket, amelyek jellemzőek a kőolaj alapú hűtőfolyadékokra. Az etanol kis viszkozitása lehetővé teszi, hogy olyan nagy sebességgel érje el a szerszámcsúcsot a hatásos hűtésért és kenésért, amely nem lehetséges emulzió alapú hűtőfolyadékok használata során.

Bár ezen említett tulajdonságai meggyőzőek, de meg kell említeni, hogy gyúlékony anyagról van szó és csak olyan anyagok megmunkálása során alkalmazható, amelyek nem fejlesztenek szokatlanul magas hőmérsékletet, ezáltal a megmunkálási folyamat során nem fogják lánggra lobbantani a hűtő-kenő folyadékot. Nagyon jó hatással alkalmazható különféle műanyagok és színesfémek, például az alumínium, réz vagy a magnézium megmunkálása során. Ez nyilvánvalóan nem felel meg annak a követelménynek, hogy vastartalmú anyagok, illetve krómmal erősen ötvözött acélok megmunkálása során használni lehessen, hiszen a keletkező szikrák és a magas forgácsolási hőmérséklet meggyújtják az etanolt.

Azok a füstök, amelyek az etanol elpárologása során keletkeznek, eltávolíthatóak egy elszívón keresztül,

ami elhelyezkedhet a gépegységen belül a hűtő rendszer részeként.



2. ábra. Az etanol alapú hűtés-kenési módszer megvalósítása, [2]

A hűtőfolyadék rendszer egy etanol-tárolóból és két fúvóka rendszerből áll (1. ábra). Segítségével az etanolt ködösítve juttatják a forgácsoló szerszámra és a körülötte levő munkadarab felszínére, hiszen mikro megmunkálások során nincs szükség a hűtőfolyadék jelentős áramoltatására. Ezzel a technikával a rendszer maximális kenőanyag felhasználása 25 ml/min. Egy olaj alapú hűtőfolyadék használata során évi újrahasznosítási költsége 9.600 €-ba kerülhet gépenként [2]. Egy újrahasznosítható emulzió alapú hűtőfolyadék újrahasznosítási költsége 1.600 – 4.000 €-ig terjedhet évente gépenként. Az etanol használatának évi költsége ezeknél az értékeknél kisebbre adódik [2].

2.3 A növényi olajok használata

Európában fokozott figyelem alakult ki a növényi olaj alapú termékek iránt, ahol a magasabb környezeti aggodalmak, szabályozások, illetve az újrahasznosítási és megsemmisítési költségek miatt a gyártóktól megkövetelik, hogy használjanak környezetet kevésbé károsító hűtő-kenő anyagokat, amelyek klór nélkül készülnek. Ha a hűtő-kenő felhasználók vásárolnak adalékokat a klór tartalmú hűtőolajok semlegesítésére, akkor a költségek drámai módon megnőnek. Ha növényi olajok használatára térnek át, amelyek drágább, mint az ásványi olaj és származékaik, viszont újrahasznosítási költségei kevesebbek, tehát használata során meg lehet takarítani adalékanyagot, így az összes költséget figyelembe véve nincs szükség többletkiadásra.

Az ásványi olajok egészségkárosító problémájára is megoldást nyújt a növényi olajok használata, hiszen a bőrrel való kompatibilitása sokkal jobb, mint ásványi társának.

Az Environmental Lubricants Manufacturing Inc. egy olyan kenőanyag előállításán dolgozik [1], amely genetikailag módosított szójababon alapul, ami olyan olajat termel, ami az oxidálásnak jobban ellenáll és tovább eltartható. Ezt az olajat egy forgácsoló berendezésen történő tesztnek vetették alá, amin nagyon jól szerepelt. A kísérletek során kiderült, hogy a növényi olaj alapú termékek használata során a szerszám élete meghosszabbodott, mellesleg magasabb sebességek elérése vált lehetővé. A

génmódosított növényből származó olaj a növényi olajok egy másik nagy problémájára talált így megoldást, hiszen a régi növényi olaj alapú anyagok közös jellemzője volt, hogy oxidálásuk során hamar beavasodtak, illetve megsavanyodtak, ezáltal kellemetlen szagok forrása lett, amely drámaian csökkentette az olaj életét.

Rendkívül stabil, nagyteljesítményű termékek, amelyek a jövőben felülmúlják és helyettesítik kőolajat. A fejlesztő vállalat vásárlói is jó véleménnyel számoltak be a növényi alapú olajat használó hűtőfolyadékra, hiszen jelentős megmunkáló megtakarítást lehet a termékkel megvalósítani, csökkentek újrafeldolgozási és újrahasznosítási költségek.

Ezek a termékek amellett, hogy környezetileg semlegesek, káros járulékok nélkül rendkívüli kenéssel bírnak. Felhasználásuk biztonságosabb, hiszen kevesebb mennyiségű köd képződik, ami a tűzveszély kockázatát nagymértékben csökkenti.

Összefoglalás

A cikk bemutatta a környezetbarát megmunkálási technológiák lehetőségeit kitérve a minimális kenés alkalmazásának lehetőségeit, továbbá az ásványi olajok használásának mellőzésére és a szintetikus anyagok és a növényi olajok felhasználására.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők megköszönik a T 42843 számú OTKA támogatását.

Irodalomjegyzék

- [1] William R. Stott,; Environmentally Friendly Cutting Fluids, Gear technology, 2005 March/April, p.16-18
- [2] Korn D. Alcohol-Based Coolant Offers Environmentally Friendly Machining, Rapid Traverse Technology and Trends Spotted, <http://www.mmsonline.com/articles/0706rt1.html>
- [3] Frisby, K.: In Search of Environmentally Friendly Cutting Oil, Currents, Winter 2006, p.48-50

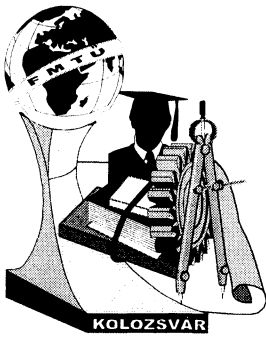
Dr. Varga Gyula, egyetemi docens

Kovács Attila, PhD hallgató

Miskolci Egyetem, Gépábrázolótechnológiai Tanszék, H-3515, Miskolc, Egyetemváros

Tel.: +36-46-565-160, Fax.: +36-46-364-941,

E-mail: kovacs.attila@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

KISFESZÜLTSGŰ ÉS TÁVKÖZLÉSI HÁLÓZATOK KOORDINÁLT TÚLFESZÜLTSG-VÉDELME

Kovács Petra

Abstract

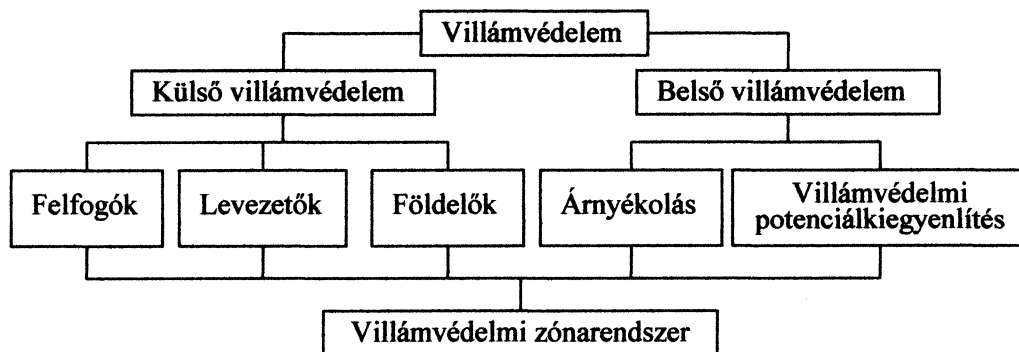
The task of the overvoltage protection is to limit the overvoltages caused by lightning strokes (direct, indirect), switching processes or operation of fuses in low voltage and telecommunication networks, so that the damages to the electric and electronic devices can be avoided. In the place of operating electronic systems, convenient safety measures have to be applied, to provide the necessary protection according to the international standards. In the specifications concerning the permissible value of overvoltages or the convenient protective methods and devices, the approach of electromagnetic compatibility (EMC) is being used.

Összefoglalás

A közvetlen és közvetett villámcsapások, a kapcsolási folyamatok, biztosító működések a kisfeszültségű és távközlési hálózatokban túlfeszültségeket okoznak. A túlfeszültség-védelem feladata ezek olyan szintre korlátozása, hogy ne okozzanak meghibásodásokat. Az elektronikus rendszerek működtetéséhez az üzemeltetés helyén megfelelő biztonsági intézkedéseket kell végezni, a nemzetközi szabványok előírásai szerint. A túlfeszültségek megengedett értékeire, védelmi módszerekre és eszközökre vonatkozó előírások és szabványok esetén az elektromágneses összeférhetőség (EMC) szerinti megközelítési módszert helyezük előtérbe.

1. A villám- és túlfeszültség-védelmi rendszer felépítése

Az elektromágneses összeférhetőség koncepciójának megfelelő villámvédelmi rendszer felépítését az 1. ábra mutatja.



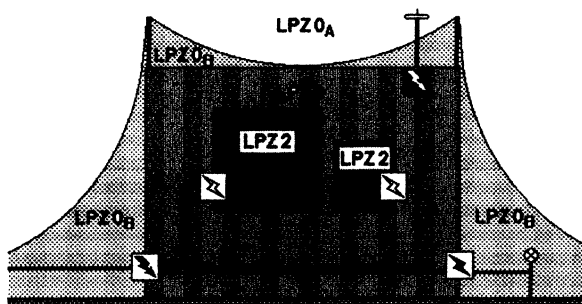
1. ábra. A villám- és túlfeszültség-védelmi rendszer elvi sémája

A védendő teret villámvédelmi zónákra (LPZ) osztják. A komplex túlfeszültség-védelmi rendszer általában három ilyen védelmi zónát tartalmaz, ezek a következők: [2]

- LPZ 0A zóna: ahol a berendezések közvetlen villámcsapásnak vannak kitéve, a teljes

villámáramot kell vezetniük, és az elektromágneses erőter csillapítatlanul létrejön;

- LPZ 0B zóna: ahol a berendezések nincsenek közvetlen villámcsapásnak kitéve, de az elektromágneses erőter csillapítatlanul létrejön;
- LPZ 1 zóna: ahol a berendezések nincsenek közvetlen villámcsapásnak kitéve, a zónán belül az áram minden vezetőszerkezetben korlátozva van, továbbá az árnyékolástól függően az elektromágneses erőter is csillapítva lehet;
- LPZ 2 és további zónák: amennyiben még kisebb vezetési áram vagy elektromágneses erőter engedhető meg.



2. ábra. A villámvédelmi zónarendszer felépítése

Az egyes védelmi zónákat az épület részei alkotják. Az LPZ zónarendszer felépítése a 2. ábrán látható. Az EMC követelményeinek megfelelő villám- és túlfeszültség-védelmi rendszer a külső és belső villámvédelmet is magába foglalja.

1.1. Külső villámvédelmi rendszer

A külső villámvédelem (villámhárító) a felfogó-, levezető-, és földelő rendszerből áll. Feladata, hogy közvetlen villámcsapás esetén a villámáramot biztonságosan, károkozás nélkül a földbe vezesse. A külső villámvédelmi rendszer értelemszerűen az LPZ0 zónába tartozik.

Fontos szempont a koordinált védelem terén a szoros összekötés és földelés megvalósítása. A táphálózat földelését a távközlési berendezések zavarmentes földelésével, valamint a villámhárítók földelésével össze kell kötni. A védendő épületnek rendelkeznie kell egy fő földelő csatlakozóval (MET), melyen a különböző rendszerek túlfeszültség-védelmi eszközeinek földelő csatlakozói rövid vezetékkel (<1,5m) összeköthetők. [5] A legelőnyösebb megoldás, ha a villamos és távközlési hálózat védelmei közös vagy szomszédos fogadószerkezetben helyezkednek el. Amennyiben ez nem oldható meg, úgy az összekötést az épületet körbevevő, földbe fektetett csupasz keretföldelővel, vagy az épületalap folytonosított vasbeton vasalása útján célszerű összekötni. Egymás közelében lévő kisebb épületek esetén megoldható az épületek védelme közös primer túlfeszültség-levezetővel is. Többszintes épületeknél a belépés helyén túl további helyeken is szükséges lehet túlfeszültség-védelem beépítése. [1]

1.2. Belső villámvédelmi rendszer

A belső villámvédelem az egész épületre kiterjedő, egymásra épülő védelmi rendszer, feladata a villámáram behatolásának meggátolása a külső villámvédelem által már nem védett térrészekbe. A belső villámvédelem minden olyan járulékos intézkedést magába foglal, amellyel a védett térben a villámáram elektromágneses hatásának érvényesülését csökkenteni lehet. A belső villámvédelem az

LPZ1 és a további magasabb rendű zónákba tartozik.

A belső villámvédelem részét képezi az elektromágneses árnyékolás. Az egyes védelmi zónákban árnyékolt mágneses tereket lehet kialakítani az épület nagyméretű fém elemeiből, azok hálós összekötésével. [4] Az összekötő vezetékek árnyékolásával villámvédelmi zónákat lehet összevonni, illetve különálló zónákat lehet kialakítani. Informatikai célokra árnyékolt kábeleket kell használni, és az árnyékolás mindkét végét csatolni kell a potenciálkiegyenlítő rendszerhez. A villamos energiaellátó és informatikai kábelek nyomvonalának megválasztásával a kialakuló indukciós hurkok felületét csökkenteni lehet. A kábeleket árnyékoló csőbe fektetve és az árnyékolások végeit a készülékek árnyékolásához csatlakoztatva a hurokfelület és a zavarérzékenység tovább csökkenthető. A kábelek csatolt hosszfeszültségeinek korlátozása érdekében az erősáramú és gyengeáramú kábeleket el kell különíteni egymástól. Ezt a potenciál-kiegyenlítésbe bevont kábeltartó szerkezetek célszerű kialakításával lehet elérni, ahol a kábelek párhuzamosan vezetett hosszától függően különböző távolságokat kell betartani.

A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés a villámáram által létrehozott potenciál-különbségeket csökkenti. Minden olyan fém szerelvény, amely egy villámvédelmi zónahatárt átlép, a villámvédelmi potenciálkiegyenlítő sínre (EPH) kell hogy csatlakozzon. Nagykiterjedésű távközlési létesítményeknél a villámvédelmi potenciálkiegyenlítő sint úgy kell megtervezni, hogy a földelő gyűjtővezető szerepét átvehesse, és az épület belső terében, a földfelszín magasságában földelő gyűrűt képezzen. Ezt a potenciálkiegyenlítő gyűrűt a földeléssel és a zónaárnyékolással össze kell kötni. Egy adott zónában a készülékeket a lehető legtöbb helyen és legrövidebb úton kell egymással, a zóna fémrészeivel, valamint a zónaárnyékolással összekötni. Üzemszerűen feszültség alatt álló, vagy áramot vezető vezetékek esetében levezető védőkészüléken keresztüli összecsatolást kell alkalmazni.

2. Kockázatbecslés

A kockázatbecslés alapján állapítható meg, hogy szükség van-e, illetve milyen védelemre van szükség az adott építmény esetében. A kockázatelemzés szolgál alapul az épületek védelmi osztályokba sorolásához. Elvét a közvetlen villámcsapások várható számának (N_d , villám/év) és a kárt okozó villámcsapások megengedhető számának (N_c , villám/év) összevetése képezi. Ha az összevetés során az $N_d < N_c$ eredményt kapjuk, akkor nincs szükség villámvédelmi berendezés létesítésére. Ha $N_d > N_c$ akkor a szükséges villámvédelem hatékonyságának mérőszáma (E) szerinti villámvédelmet kell létesíteni. A hatékonyság mérőszámának meghatározása az (1) képlet szerint történik. [3]

$$E = 1 - (N_d / N_c) \quad (1)$$

Az épületet veszélyeztető villámcsapások várható évenkénti száma a védendő épület környezetére jellemző N_g villámcsapási gyakoriságból (villám/km²/év), és az A_e egyenértékű területből (km²) határozható meg a (2) képlet szerint.

$$N_d = N_g \cdot A_e \quad (2)$$

Az egyenértékű területet ért villámcsapás az építményre ugyanakkora veszélyeztetést jelent, mint az építményt érő közvetlen villámcsapás. Az A_e egyenértékű terület számítása egyedülálló, téglalap alapú építmény esetén a (3) képlet alapján történik:

$$A_e = L \cdot W + 6H \cdot (L+W) + 9\pi H^2 \quad (3)$$

L az épület hosszát, W a szélességét, H a magasságát jelöli. (A számításnál az építmény 3H sugarú környezetében lévő tárgyak, épületek magasságát, elhelyezkedését kell figyelembe venni). Összetett felépítésű védendő épület esetén az egyenértékű terület meghatározására a pontosság érdekében grafikus módszert alkalmazunk.

Az N_c megengedhető éves villámcsapási gyakoriságot meghatározó három fő tényező az épület szerkezetét, az épület rendeltetését és belső tartalmát, valamint a másodlagos villámkárokat jellemző tényező. [3]

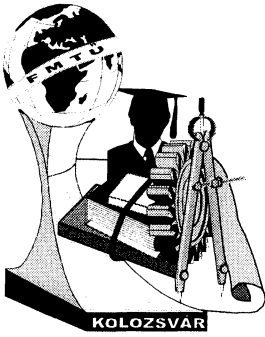
3. Következtetések

Az informatikai és telekommunikációs eszközök gyors térhódításával, az elektronikai eszközök egyre érzékenyebbé válásával a villám- és túlfeszültség-védelem egyre fontosabb területté válik. Az információbiztonság terén, a banki és üzleti szférában, vagy akár kórházak és egyéb közintézmények esetén felbecsülhetetlen károkat okozhat a hiányzó vagy rosszul megtervezett, kiépített túlfeszültség-védelmi rendszer. Ezért rendkívül fontos a szabványok helyes kidolgozása, megfogalmazása, és a későbbiekben ezek pontos ismerete, betartása.

Irodalom

- [1] Dr. Varjú György: *Tranziens túlfeszültségekből eredő kifesztültségű fogyasztói panaszok elhárítása, kommunikációja*, BME, Budapest, 2005, 4.3. fejezet, 8, 11. oldal.
- [2] Fehér Zoltán: *EMC orientált villámvédelem*, INNOVA-PRINT Kft, Budapest, 2004, 4. oldal.
- [3] International Electrotechnical Commission: *International Standard (IEC 62305-2) Protection against lightning- Part 2: Risk management*, Geneva, 2006, Annex A, 89, 91, 93. oldal.
- [4] ITU-T International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector: *Earthing and Bonding Handbook*, Geneva, 2003, 12. oldal.
- [5] ITU-T, Telecommunication Standardization Sector: *Draft new Recommendation K.66: Protection of customer premises from overvoltages*, Geneva, 2004, 14, 19. oldal.

Kovács Petra, villamosmérnök hallgató
 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika Tanszék
 Cím: H-2060 Bicske, Nefelejcs utca 40.
 Telefon: +36-70-227-1470
 E-mail: kp505@hszk.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

LOKÁLIS KOPÁS ÉS A SZÖVETSZERKEZET KAPCSOLATA KÜLÖNBÖZŐ SZERKEZETI ACÉLOK ESETÉN

Kovács Tünde¹ - Solecki Levente² - Barta István¹ - Borossay Béla¹

Abstract

It is known that the friction and wear properties of metals and alloys show a strong correlation with the chemical composition, hardness and microstructure. The aim of this publication work was to analyse the possible correlations between the microstructure and the wear properties of low alloyed, hypoeutectoid structural steels during dry friction.

Összefoglalás

Mint ismeretes, a fémötvözetek sűrűlódási és kopási tulajdonságai szoros összefüggést (korrelációt) mutatnak a kémiai összetétellel és keménységgel, ugyanakkor jelentős mértékben függenek az anyag mikroszerkezetétől is. A publikációban ismertetett kutatómunka célja szerkezeti acélok eltérő szövetszerkezete és a száraz-sűrűlódási folyamatokban mutatott kopásállóság közötti összefüggések feltárása, elemzése volt.

1. Bevezetés, célkitűzés

A szövetszerkezet kopásállóságra gyakorolt hatásának összehasonlító vizsgálatával foglalkoztunk néhány, eltérő módon hőkezelt szerkezeti acéllal folytatott kísérlet eredményeire támaszkodva. A kísérletekhez egy speciális, alapvetően lokális kopási folyamatok vizsgálatára hivatott új típusú berendezést konstruáltunk, amely a mikrokráteres kopásvizsgálatokhoz használatos ún. golyós tribométernek egy módosított, továbbfejlesztett változata. Az új berendezés kialakításából adódik, hogy lehetőséget nyújt a kopásmélység folyamatos (on line) mérésére, másrészt – mivel a golyó nem kényszerpályán mozog, hanem sztochasztikus jellegű bolyongást végez -, a golyófelületen a kopás egyenletesen oszlik meg, így a golyó megőrzi gömbalakját.

A szövetszerkezet hatásának minősítésére irányuló kopásvizsgálatokat kenőanyag alkalmazása nélkül végeztük három különböző összetételű és különböző szövetszerkezetű hipoeutektoidos szerkezeti acéllal (nevezetesen 16CrMo5, C45, 41CrS4 acélokkal). Az alkalmazott hőkezelés eredményeként különböző szövetszerkezetű (ferrit-perlites, bénites, martenzites, sferoiditos típusú) próbatesteket gyártottunk, a szövetszerkezetet keménységméréssel és mikroszkópos vizsgálatokkal minősítettük.

2. Vizsgálati eredmények ismertetése

A kopásvizsgálat primer mérési eredménye a kopási kráter mélységét reprezentáló adatsor az idő függvényében, következésképpen egy adatsor az (időpont, kopási krátermélység) adatpárok idő szerint rendezett véges halmaza. Összesen mintegy 200 adatsor felvételére és elemzésére került sor. Az

adatgyűjtést a kopási folyamat megindítása előtt mintegy 3-10 másodperccel kezdtük el, és általában 200-300 s elérésekor fejeztük be. Az egyedi kopás vizsgálatokkal kapott mérési adatok feldolgozását kereskedelmi szoftverekkel végeztük.

A kopási vizsgálati eredmények értékelését külön-külön elvégeztük 20 s és 180 s időtartamra vonatkozóan, és azonos anyagú és hőkezeltségű próbatestekre vonatkozó egyedi mérési eredményeket átlagoltuk. A 20 s és 180 s időtartamokra vonatkozó kopási tényezőket valamint a különböző módon hőkezelt próbatestekre vonatkozó keménység-mérési eredményeket a 1. táblázat tartalmazza.

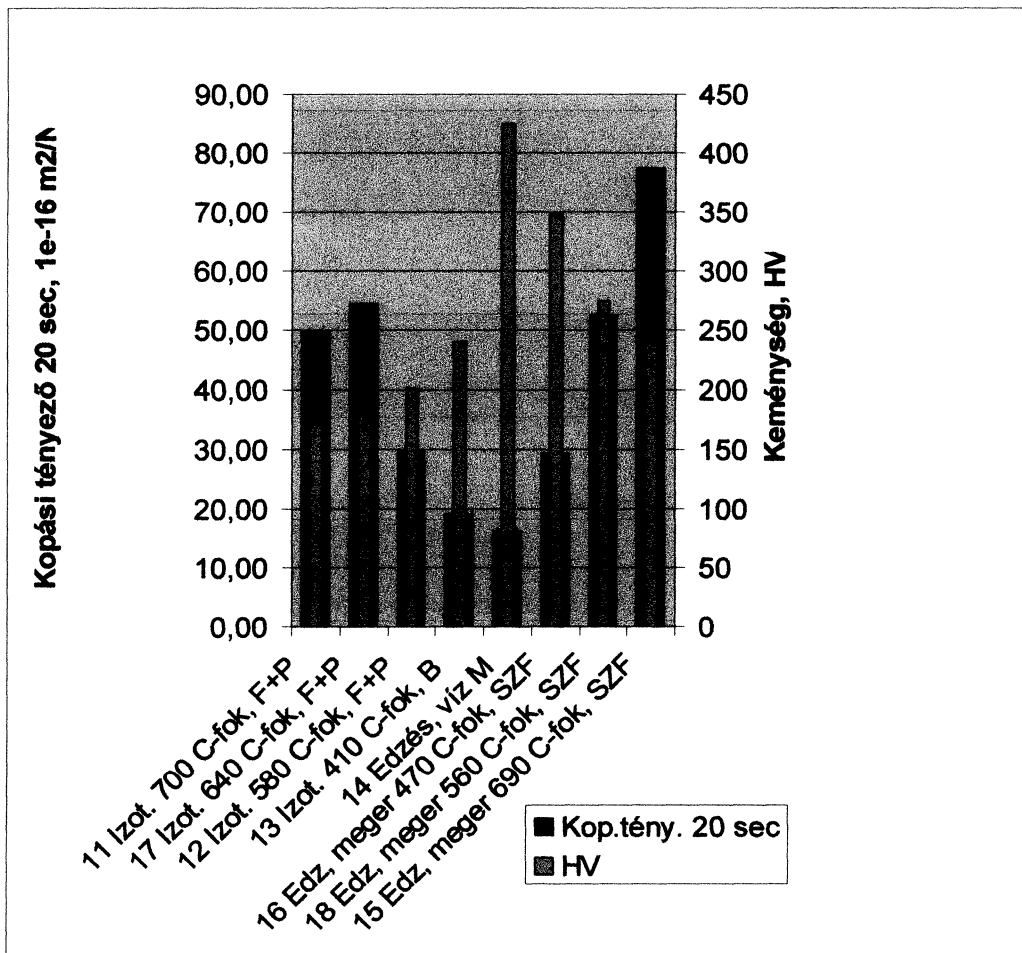
1.táblázat. A próbatestek hőkezelési állapota, keménysége, kopási tényezője

16CrMo5 acél			
Állapot	HV	Kop.tény. ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 20 s időtartam	Kop.tény. ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 180 s időtartam
11 Izot. 700 C°, F+P	171	49,48	11,00
17 Izot. 640 C°, F+P	182	54,36	18,70
12 Izot. 580 C°, F+P	201	29,88	15,25
13 Izot. 410 C°, B	240	19,18	16,21
14 Edzés, víz M	425	16,28	13,11
16 Edz, meger 470 C°, SZF	348	29,41	16,00
18 Edz, meger 560 C°, SZF	275	52,55	27,54
15 Edz, meger 690 C°, SZF	240	77,30	32,40
C45 acél			
Állapot	HV	Kop.tény. 20 s ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 20 s időtartam	Kop.tény. ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 180 s időtartam
21 Izot. 700 C°, F+P	185	82,01	63,40
27 Izot. 620 C°, F+P	230	44,35	21,48
22 Izot. 530 C°, F+P	262	31,80	19,69
23 Izot. 410 C°, B	340	8,66	7,10
24 Edzés, víz M	720	8,33	1,96
26 Edz, meger 470 C°, SZF	362	40,32	15,66
28 Edz, meger 560 C°, SZF	270	44,65	19,97
25 Edz, meger 690 C°, SZF	239	49,39	28,57
41CrS4 acél			
Állapot	HV	Kop.tény. ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 20 s időtartam	Kop.tény. ($\cdot 10^{-16}$) m²/N 180 s időtartam
31 Izot. 700 C°, F+P	223	60,08	24,33
37 Izot. 640 C°, F+P	250	40,79	12,92
32 Izot. 580 C°, F+P	286	30,35	9,77
33 Izot. 410 C°, B	366	9,33	7,17
34 Edzés, víz M	650	6,34	3,56
36 Edz, meger 470 C°, SZF	396	31,25	14,99
38 Edz, meger 560 C°, SZF	340	42,89	14,25
35 Edz, meger 690 C°, SZF	277	63,85	15,54

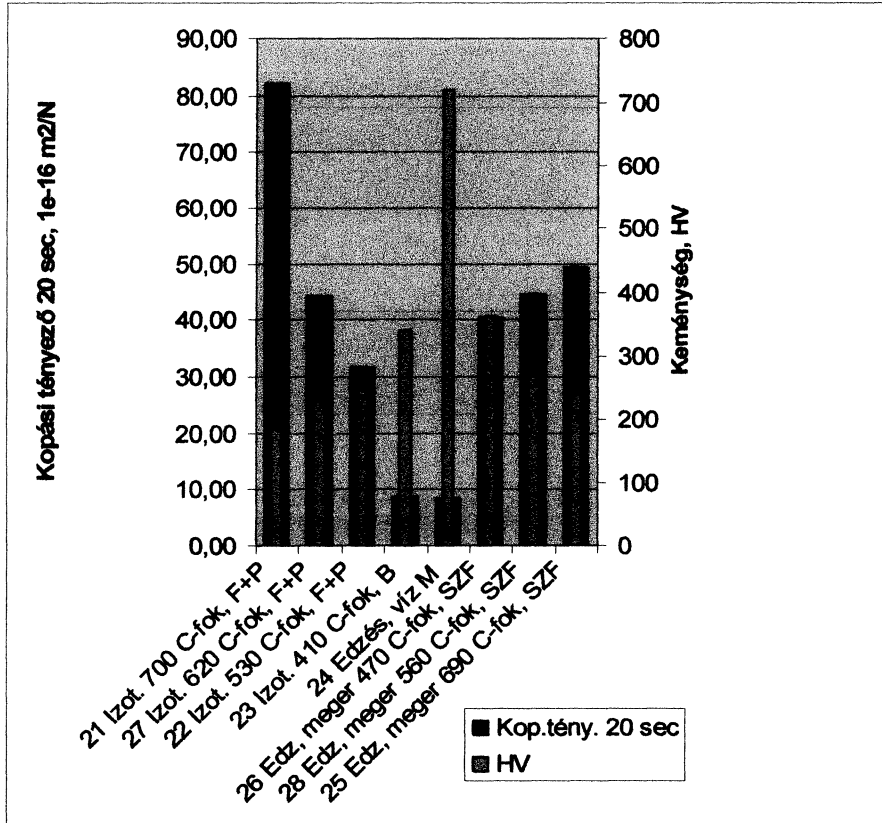
A 1. táblázat adataiból megállapítható, hogy a rövid időtartamra (20 s) meghatározott kopási tényező minden esetben meghaladja a teljes, átlagosan 180 s koptatási időtartamra érvényes tényező értékét. A vizsgálatokból kitűnt, hogy 20 s időtartamra vonatkozó mérések eredményei tekinthetők hitelesnek,

ugyanis a teljes 180 s időtartamú mérés során, elsődlegesen a kopási folyamat végső szakaszában már olyan instabilitás, zaj jelentkezik, amely torzítja a mérési eredményeket és megnehezíti értékelésüket. Ezért a további vizsgálatainkban csak 20 s időtartamra érvényes mérési eredmények értékelésére szorítkoztunk.

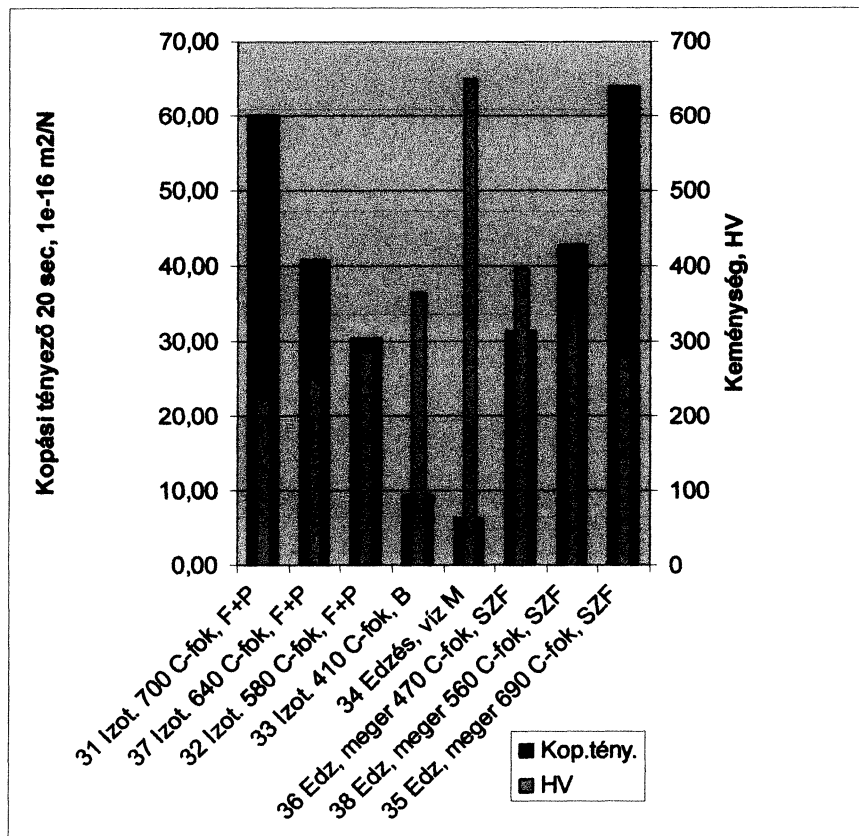
A táblázatban feltüntetett adatok, mérési eredmények áttekinthetőbbé és könnyebben értékelhetővé válnak, ha ezeket acéltípusokként külön-külön diagramok formájában ábrázoljuk. A 1-3. ábrákon - a három vizsgált acélra vonatkozóan - a 20 s-os kopási tényező és a hozzá tartozó keménység változását tüntettük fel az eltérő hőkezelési állapot függvényében.



1. ábra. Vizsgálati eredmények 16CrMo5 jelű acélra vonatkozóan



2. ábra. Vizsgálati eredmények C45 jelű acélra vonatkozóan



3. ábra. Vizsgálati eredmények 41CrS4 jelű acélra vonatkozóan

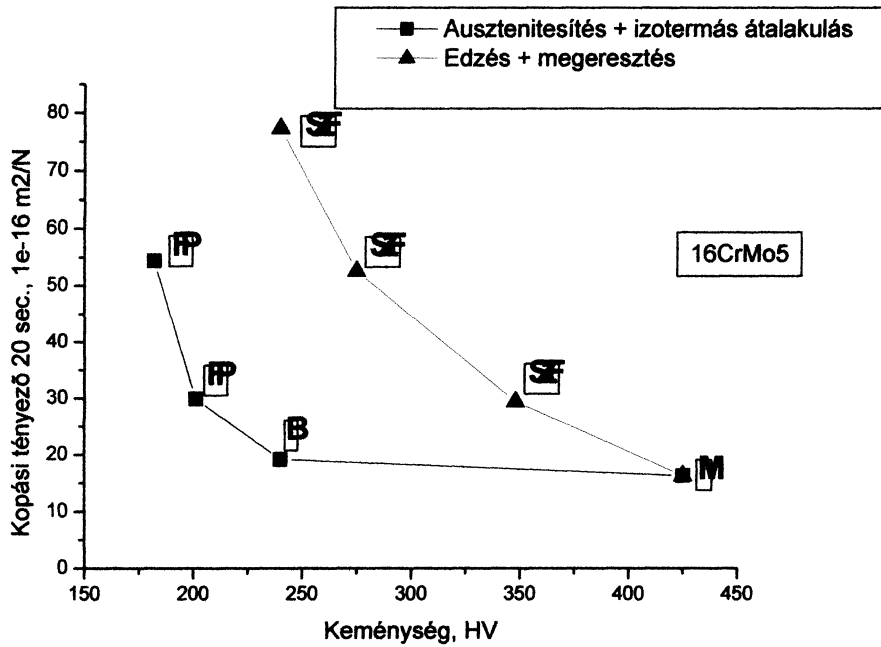
Amint az ábrákból megállapítható, a kopási tényező a keménységi értékkel ellentétesen változik, ami megfelel az acélok keménysége és kopásállósága közötti, ismert tapasztalati összefüggésnek. A szövetszerkezet hatásának megítéléséhez a kopási tényezőt a keménység függvényében célszerű ábrázolni a következő az alább vázolt gondolatmenetet:

a.) Induljunk ki az acél ausztenites állapotából és ebből az ausztenites állapotból hozzunk létre egyre keményebb és keményebb szövetszerkezetet izotermás hőkezelések (izotermás átalakulások) eredményként. Nyilvánvaló, hogy minél alacsonyabb az ausztenit izotermás átalakulási hőmérséklete, annál keményebb lesz a szövet. Sorrendben az 1-es, 7-es 2-es állapotok követik egymást, mindhárom esetben jellemzően ferrit-perlites a szövetszerkezet. Egészítsük ki ezt a kísérlet-sorozatot a bénites átalakulást eredményező izotermás hőkezeléssel. Ezt követően tovább folytatva a hőkezelési kísérleteket, eljutunk az edzéshez, mellyel a legkeményebb szövetszerkezet hozható létre. Bár a martenzit nem izotermás átalakulás eredménye, a lehűtési hőmérséklet csökkenő sorozata tekintetében illeszkedik az izotermás kísérletek koncepciójához.

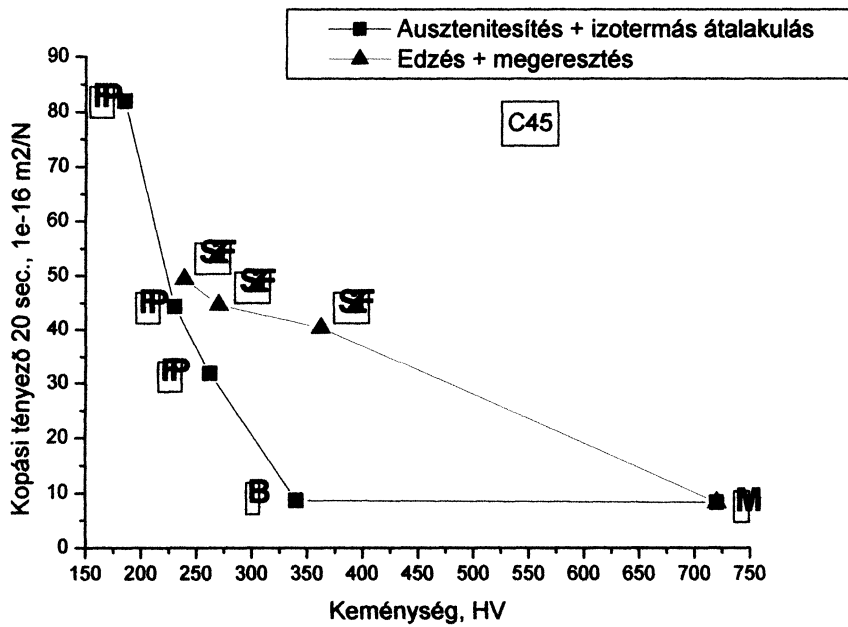
b.) Ezek után induljunk el „visszafelé”, megfordítva az előbb alkalmazott stratégiák: legyen most a martenzites a kiinduló szövetszerkezet, és rendezzük sorba a növekvő izotermás hőmérsékleteken kezelt mintákat a keménység szerint. A keménység a növekvő megeresztési hőmérséklettel csökken, a jellemző szövetszerkezet a megeresztett martenzit, a szferoidit lesz.

Követve az a) és b) pontokban vázolt gondolatmenetet, és a kopási tényező változását a keménység függvényében ábrázolva, (4-6. ábrák) az összetartozó adatpárok a megadott koordináta-rendszerben grafikusán két, közös pontban találkozó görbeszakasszal reprezentálhatók. A 4-6. ábrák diagramjait elemezve az alábbi következtetésekre juthatunk: Ha a két görbe illeszkedne egymásra, akkor e tényből az a felismerés adódna, hogy a kopásállóság nem függ a szövetszerkezettől, hiszen ekkor az azonos keménységű minták azonos kopásállóságot mutatnak, függetlenül attól, hogy izotermás hűtéssel vagy izotermás hevítéssel jött-e létre a szövet. Ha azonban a két görbeszakasz nem fedi egymást, akkor a kopásállóságban tapasztalt eltérést döntően az eltérő szövetszerkezetnek kell tulajdonítani.

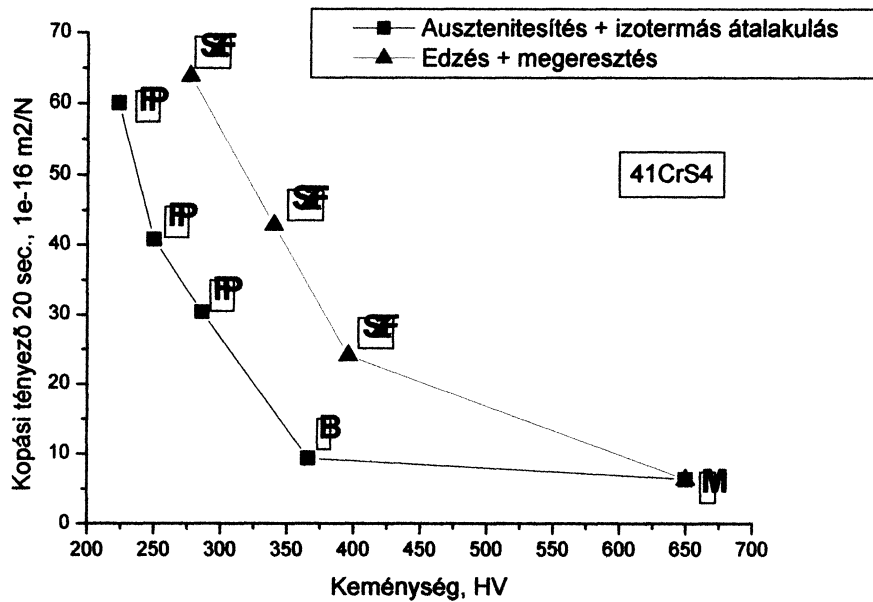
A 4-6. ábrákon négyzetekkel jelölt mérési eredmények az izotermás hűtéssel létrehozott szövet tulajdonságait reprezentálják, így a szövetszerkezet a csökkenő hőmérséklet szerint változva, ferrit-perlites, majd bénites, végső esetben pedig martenzites lesz. A háromszögekkel jelzett mérési eredmények a növekvő hőmérsékletű megeresztés eredményeként adódó szövetszerkezetekre utalnak. Valamennyi esetben a két görbeszakasz egyetlen közös pontban találkozik, amely a martenzites szövetszerkezetet képviseli.



4. ábra. A keménység és kopási tényező kapcsolata 16CrMo5 anyag különböző hőkezeltési állapotaiban



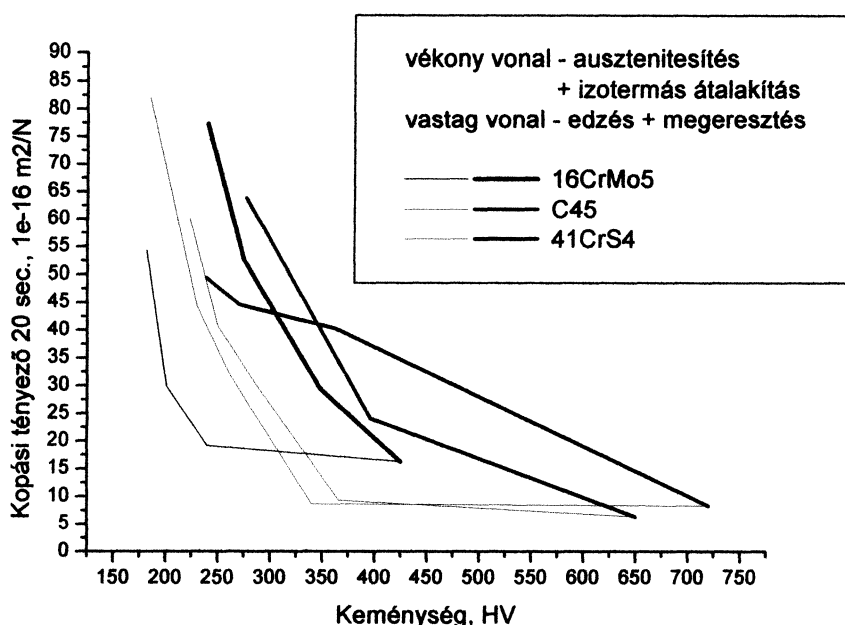
5. ábra. A keménység és kopási tényező kapcsolata C45 anyag különböző hőkezeltési állapotaiban



6. ábra. A keménység és kopási tényező kapcsolata 41CrS4 anyag különböző hőkezeltési állapotaiban

Mindhárom acélra vonatkozóan megfigyelhető, hogy a két, közös pontban találkozó görbeszakasz nem fedi egymást, sőt közöttük szisztematikus eltérés állapítható meg: a megeresztéssel létrehozott szövetszerkezet – azonos keménység esetén - minden esetben nagyobb kopási tényezővel jellemezhető, mint az izotermás hűtés során létrejövő szövetszerkezet. Az ábrák diagramjai tehát azt bizonyítják, hogy a keménység mellett a szövetszerkezetnek is kiemelkedő szerepe van a kopásállóság szempontjából, vagyis nem mindegy, hogy a görbe melyik „ágán” jutunk el az adott keménységértékig. A szövetszerkezet viszont adott anyagminőség esetén a hőkezelés által determinált, vagyis az ábrák lényegi információtartalma az, hogy a kopásállóság szempontjából nemcsak a keménységnek, hanem az ahhoz a keménységhez vezető „útnak” (az alkalmazott hőkezeltési technológiának) is döntő jelentősége van.

A 7. ábra három vizsgált acélra vonatkozóan a keménység - kopási tényező diagramokat közös koordináta rendszerben tünteti fel, ami megkönnyíti az összehasonlítást és értékelést. Megfigyelhető, hogy amíg a krómmal ötvözött két hipoeutektoidos acél görbepárja szinte „párhuzamosan” halad, addig az ötvözetlen C45 acél esetében a görbe „önmagába” tér vissza. E jelenséget kvantitatív módon értékelve megállapítható, hogy a krómmal ötvözött acélok esetében a szferoidites és a ferrit-perlites, illetve bénites szerkezetre jellemző kopási tényezők hányadosa közel állandó (2 és 3 közötti érték), addig az ötvözetlen C45 acélra nézve ez az arány a keménység függvényében változik, 220 HV közelében a két különböző hőkezeltési eljárással létrehozott szerkezet keménysége és kopásállósága is közel azonos. Ebből arra következtethetünk, hogy a krómötvözés a keménység – kopásállóság összefüggés jellegét is megváltoztatja.



7. ábra. A három vizsgált acél keménység-kopási tényező diagramja közös koordináta rendszerben

A három acélra jellemző „hiszterézis” terület egymáshoz való viszonya is hordoz információkat. A 7. ábra meggyőzően szemlélteti a krómötvöztetésű, (lényegében csak a C-tartalomban eltérő) 16CrMo5 és 41CrS4 acélok által lefedett terület pozíciójában mutatkozó különbséget. A karbontartalom csökkenése a fenti diagramban a „hiszterézis” területet balra és fölfelé mozdította el. Az azonos karbontartalmú, (lényegében csak a krómtartalomban különböző) C45 és 41CrS4 acél „izotermás hűtési ág” jó közelítéssel egybe esik, a „megeresztési ágak” helyzete viszont egymástól erőteljesen különbözik.

Irodalom jegyzék

Bitay Enikő: Lézeresen kezelt felületek kopásállósága, Műszaki Tudományos Füzetek VI., FMTÜ 2001. EME, Kolozsvár

Kovács T.: Acélok szövetszerkezetének hatása a lokális kopásra, PhD értekezés 2007.

Kovács T., Dévényi L.: The effect of microstructure on the wear phenomena, Material Science Forum Vols. 537-538 (2007) p. 397-404 Trans. Tech. Publications Switzerland

Rutherford K.L., Hutchings I.M.: Theory and Application of a Micro-Scale Abrasive Wear Test, American Society for Testing and Materials, West Conshocken, 1997.

1 Kovács Tünde főiskolai adjunktus

1 Barta István hallgató

1 Borossay Béla kutató mérnök

BMF, Bánki Donát Gépész és

Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Budapest, H-1081 Népszínház u. 8,

tel: (+36-1) 666-5327

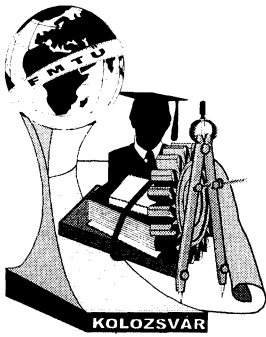
kovacs.tunde@bgk.bmf.hu

2 dr. Solecki Levente egyetemi adjunktus

Széchenyi István Egyetem

Győr, H-9026 Egyetem tér 1.

solecki@sze.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

ÖNTÖTTVAS FÉKTÁRCSÁK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Kupi András, Kovács Tünde, Torkos Zoltán

Abstract

Comparison of the wearing behavior of the different cast iron brake disks is very important in the technical life. Our used method is based on the ball/plane contact which is suitable for examination of the local wear phenomena. The advantage of this method is that in a point of the test part could examine the resistance against the wear. The microstructures of the specimens are constant in the time of the experiment because it's not generating intensive heat. Based on the experimental results we searched for correlations between microstructure and wear properties.

Összefoglalás

A féktárcsák vizsgálata gyakorlati szempontból igen nagy jelentőséggel bír. Vizsgálatainkhoz lokális kopás vizsgálatára alkalmas berendezést használtunk. Ennek a berendezésnek előnye, hogy a próbatest adott pontján képes a kopással szembeni ellenállást vizsgálni. A vizsgálat során a szövetszerkezet nem változik meg, mivel nincs jelentős hő fejlődés. A kísérletek eredményei alapján összefüggéseket kerestünk a kopásállóság és a szövetszerkezet között.

Bevezetés

Napjainkra ugrásszerű fejlődést tapasztalhatunk az ipar minden területén. Ez alól a járműipar sem kivétel. A dolgozat egy olyan, mindennapi életben alkalmazott alkatrész vizsgálataival foglalkozik, mely mind életbiztonsági, mint gazdasági szempontból igen fontos. A fékezőhatás növelése és a féktárcsák élettartamának növelése kopásállósági szempontból egymással ellentétesnek tekinthető. Mégis, szükséges olyan féktárcsákat gyártani, melyek fékező hatása, valamint kopásállósága is megfelel az elvárásoknak. A dolgozat bemutatja az elvégzett vizsgálatokat, melyek segítségével következtetések vonhatók le. Tehát, a darabok kémiai összetételének, szövetszerkezetének valamint kopási igénybevétellel szemben tanúsított viselkedésének vizsgálataiból kapott eredményeket.

1. Szövetszerkezet vizsgálata

A féktárcsákból megfelelő méretű darabokat vágunk ki, melyeket a mikroszkópi csiszolat készítésének módjával készítettünk elő. A polírozást követően a munkadarabokat fémmikroszkóppal megvizsgáltuk, majd felvételeket készítettünk a szövetszerkezetről.



1. ábra. 3-as próbatest 160 szoros nagyításban.

A kapott felvételek elemzéséből megállapítottuk, hogy mind a négy féktárcsa anyaga *lemezgrafitos öntöttvas*. A lemezgrafit mindegyik darab esetén ferrit-perlit mátrixban figyelhető meg. Emellett az egyik darab szövatképén jól azonosítható a *steadit*, mely a P ötvözésnek köszönhetően jön létre, és mely az öntöttvasak esetében szokványos. Megjegyezzük azonban, hogy a vizsgált darabok közül csak az egyik darab szövatképén fordult elő ez a szövetelem jellemzően.

Mivel a kopásállóságot a nemcsak a keménység befolyásolhatja, ezért áttekintettük a lemezgrafitos öntöttvasak jellemző tulajdonságait.

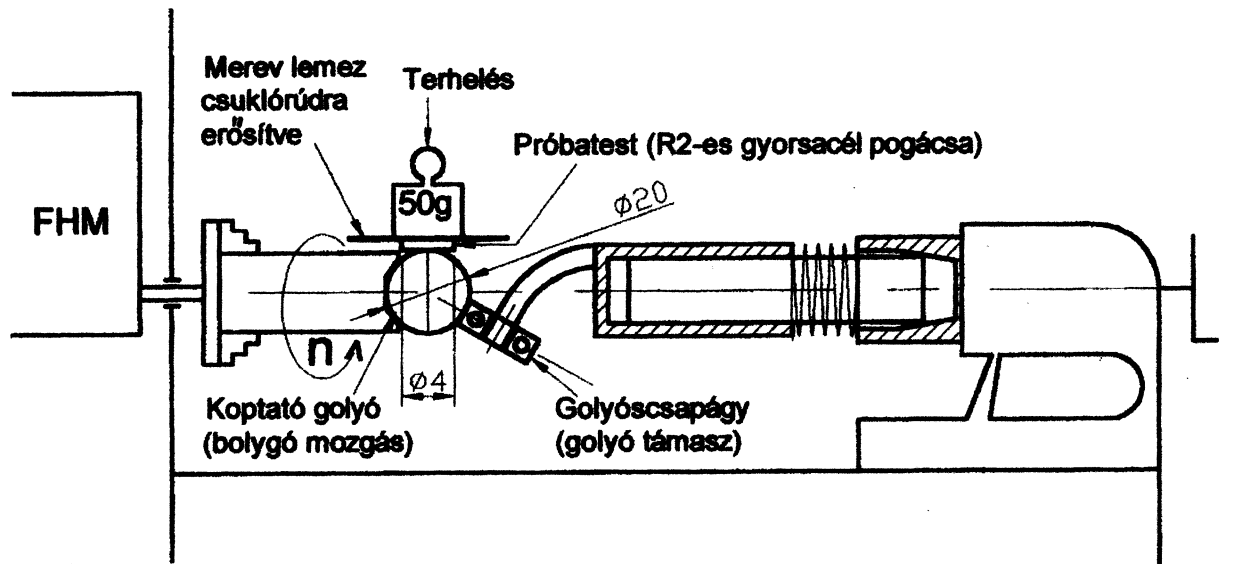
	C	Si	Mn	P	Mg	S
0	3,04	1,81	0,531	0,034	0,0012	0,0809
1	3,34	2,07	0,569	0,0245	0,0012	0,0643
2	3,33	2,08	0,619	0,197	0,0014	0,0707
3	3,38	1,81	0,498	0,0404	0,0013	0,0522

1. táblázat. A vizsgált darabok jellemző kémiai összetétele

Munkadarab	Brinell keménység (HB)
0	240
1	215
2	175
3	190

2. táblázat. Az eltérő keménységet az eltérő ötvöző és széntartalom okozza.

2. Kopásvizsgálat



2. ábra. A vizsgálatokhoz használt gömb-sík elvű lokális koptató-berendezés

A gép segítségével kétféle mérést tudunk végezni:

- A golyó benyomódását mérjük az út függvényében (általunk választott mód)
- A kopási folyamat végén megmérjük a gömbsüveg átmérőjét, és ennek ismeretében határozzuk meg a kopás jellemzőit.

Gömbsüveg átmérője: $V_{gs} = 1/3 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3R - h)$

Mérés adatai:

Mérőgolyó: $\varnothing 20$ 100Cr6 / 63 HRC

Előterhelés: 0,5 N alapterhelés, 0,38N tapintó terhelése összesen 0,88N

Fordulatszám: 1048 1/perc

Regisztráló program: Wintaq

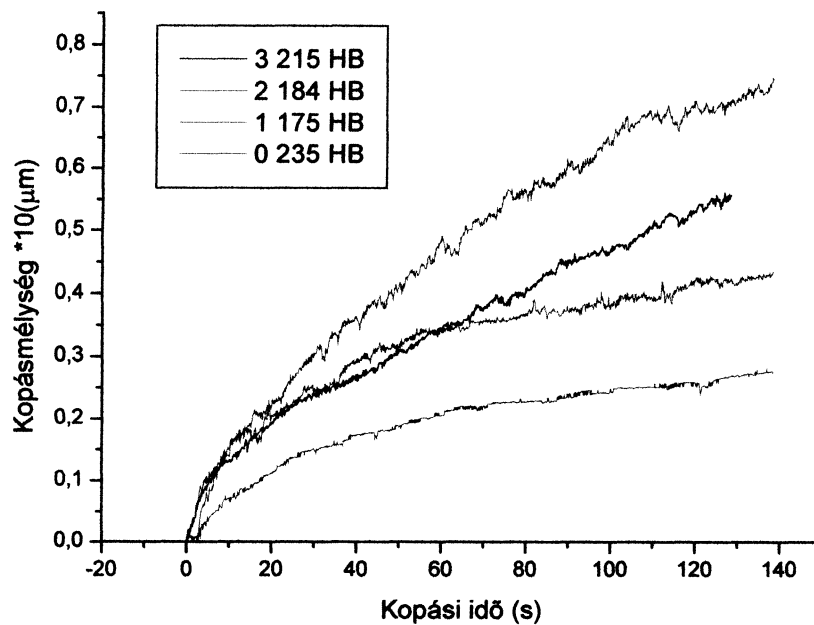
Elmozdulás mérő, gyártmány: Cary lépték: 5 μ m max.

Kiértékelő program: Origin6

Összefoglalás

Vizsgálatok eredményeként megállapíthatjuk, hogy a 0-ás valamint 1-es darabok várakozásnak megfelelő kopásállóságot mutattak, vagyis a legkeményebb darab kopott legkevésbé, míg a leglágyabb jelentős kopást mutatott az idő függvényében.

A 2-es és 3-as darabok viszont a vizsgálat elején azonos kinetikát mutattak, majd a két darabnak a kopással szembeni viselkedése eltérést mutatott. Ez jól látható a 3. ábrán.



3. ábra. Kopás kinetikája különböző féktárcsák esetén

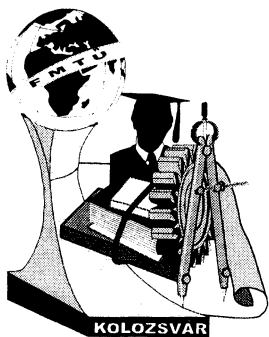
Mivel a 2-es darab jelentősebb mennyiségű P-t tartalmaz, amelyet a szövetepeken is jól látható, elkülönülő steadit (foszfideutektikum) is bizonyít, mely keményebb, mint az alapanyag többi szöveteleme, ez a viszonylag lágy alapszövet mátrixában található kemény „szigetek” a kopási folyamatot gátolják, így annak ellenére, hogy az átlagkeménysége a 3-as jelű darabnak nagyobb volt, mint a 2 jelűé a 2-es kisebb mértékben kopott.

A 2-es és 3-as darabok a kopási folyamat kezdetén azonos kinetika szerint koptak, tehát feltételezhetjük, hogy a folyamat a közel azonos alapszövet kopásával kezdődött, majd amikor az alapszövet már lekopott a keményebb részek (steadit) akadályozták a kopást

Irodalom jegyzék

Varga Ferenc: Öntészeti kézikönyv- Műszaki Könyvkiadó Budapest 1985
 Szabadits Ödön: Acélok, Öntöttvasak- Magyar Szabványügyi Testület, Budapest 2005
 Valasek István: Tribológiai Kézikönyv- Tribotechnik KFT Budapest 1996
 Kozma Mihály: Tribológia - Műegyetemi kiadó 2001
www.bohler.hu
www.WAS.hu

Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D. hallgató
 BMF, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
 Anyag és Alakítástechnológiai Szakcsoport
 Budapest 1081 Népszínház u. 8
 tel: (+36-1) 666-5327
kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

Si₃N₄ / C-NANOKOMPOZIT TRIBOLÓGIAI VIZSGÁLATA

Kuzsella László, Dr. Marosné dr. Berkes Mária, Koncsik Zsuzsanna

Abstract

In the last decades the ceramic matrix composites (CMC) reached significant importance on several fields of machinings and engineerings. One of the most important application areas are related to the high temperature wear resistant components because of these materials show extreme tribological properties. The main topic of the current work consists in analysing the tribological behaviour of graphite reinforced Si₃N₄ nanocomposites.

Összefoglalás

Az utóbbi időben a speciális célra, igénybevételre kifejlesztett kerámia mátrixú kompozitok (CMC) térhódítása jellemző. Nagy hőmérsékletű kopásálló alkatrészként való felhasználási módjuknak megfelelően, átfogó kutatási területet jelent ezen anyagok tribológiai vizsgálata. Jelen cikk témája grafit nanoszemcsékkel erősített Si₃N₄ alapmátrixú nanokompozit tribológiai tulajdonságainak vizsgálata.

1. Bevezetés

A Si₃N₄ az egyik legfontosabb anyag a műszaki kerámiák csoportján belül. Jó mechanikai tulajdonságok, és korrózióval szembeni ellenállása, magas hőmérsékleten mutatott kedvező tulajdonságok (nagy hőmérsékleti szilárdság, hősokkállóság), nagy keménység, kerámiák között kiváló szilárdság/szívósság kombináció, kedvező tribológiai tulajdonságok jellemzik [1, 2]. A nagyszámú kedvező tulajdonság ellenére a műszaki kerámiák, a fémekhez képest alacsony törési szívósságuk szerkezeti anyagként való alkalmazását korlátozza.

Vizsgálataink során alapvető célkitűzés volt annak meghatározása, hogy az új anyagtechnológiai fejlesztésű próbatestek anyagszerkezeti sajátosságai — az adalékolt grafit-mennyisége, szemcsemérete — vagy egyes vizsgálati paraméterek —pl. terhelőerő — milyen módon befolyásolja a kopási jellemzőket (pl. kikopott profil, súrlódási együttható, kopási sebesség, kopási mechanizmus).

2. Kísérleti munka

A kopásvizsgálat öt darab grafit nanoszemcsékkel erősített Si₃N₄ alapmátrixú porkohászati úton előállított kerámia kompozit tribológiai tulajdonságait elemezte. A vizsgált anyagot a Szlovák Tudományos Akadémia Szervetlen Kémiai Intézetében, Pozsonyban készítették.

Az alapmátrix előállításához E 10-es osztályú Si₃N₄ port használtak fel, és a szinterelés során ittrium-oxid adalékot alkalmaztak. A kiindulási keverék pontos kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

A korong alakú próbatestek alapfelszínén két különböző színű – egy sötétebb belső, és egy világosabb külső – terület látható. Feltételeztem, hogy az előállítás során reakcióba nem lépett grafit maradt vissza az anyagban, valamint egyéb, egyelőre ismeretlen fázisok (pl. SiC), komplex-vegyületek is keletkezhetnek.

1. táblázat. A kiinduló keverék kémiai összetétele, és sűrűsége

Próbatest	Si ₃ N ₄ [tömeg-%]	Y ₂ O ₃ [tömeg-%]	Grafit [tömeg-%]	Szemcsaméret [µm]	Sűrűség [g/cm ³]
G1	93,1	4,9	2	< 25	3,246
G2	90,3	4,7	5	< 25	3,239
G3	85,5	4,5	10	< 25	2,494
G4	85,5	4,5	10	< 71	2,822
G5	85,5	4,5	10	< 125	3,141

A tribológiai vizsgálatok a Miskolci Egyetem Polimermérnöki Tanszékén, Pin-on-Disc rendszerű tribométeren végeztük. A vizsgálat során ellenanyagként egy 6 mm átmérőjű SiC golyó szolgált.

A mérés körülményeit ill. a mérési paramétereket a DIN 50324-es szabványban [3] rögzítetteknek megfelelően választottuk meg. Tehát a méréseket szobahőmérsékleten, 5, 10, és 15 N-os terhelőerő alkalmazásával, kb. 50 %-os relatív páratartalom mellett, és kenőanyag alkalmazása nélkül végeztük. A kopatási úthossz 100 m, a csúszási sugár 1,2 mm, a csúszási sebesség 0,01 m/s volt. A kopási tényező, k meghatározásához használt összefüggés:

$$k = \frac{W}{L \cdot F_N} \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{Nm}} \right] \quad (1)$$

ahol, W a kikopott keresztmetszet, L a megtett út hossza, F_N az alkalmazott normálirányú terhelőerő.

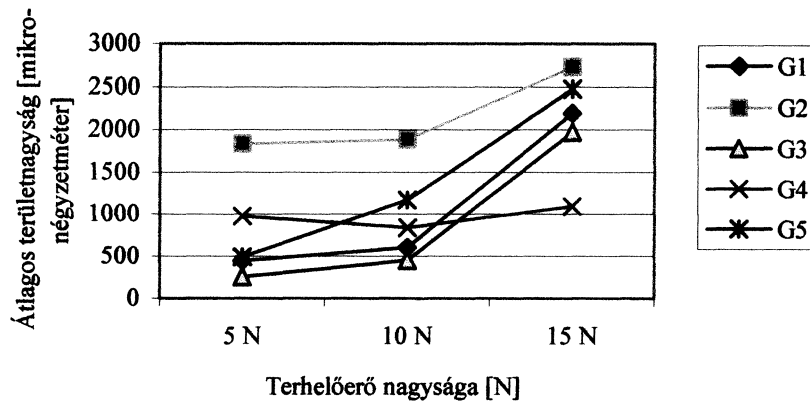
A kopásnyomok vizsgálata kétdimenziós profilométer segítségével történt. A kopási mechanizmus tisztázása érdekében a kopásnyomokat egy próbatest esetében scanning elektronmikroszkóp segítségével vizsgáltuk meg. A próbatestek keménységét MicroVickers keménységmérő berendezésen, 10N terhelőerő alkalmazásával mértük, mely lenyomatokról optikai mikroszkópos felvételeket is készítettünk.

3. Vizsgálati eredmények

A tribológiai vizsgálatok eredményeinek kiértékelésekor, következtetések levonásakor rendkívül körültekintően kell eljárni, mert a kopási rendszer viselkedését, a kopás kimenetét (kikopott térfogat, súrlódási együttható, állandósult állapot bekövetkezése) a vizsgálati paraméterek bármely megváltozása (az igénybevétel, a súrlódó anyagok, kenőanyagok, kopási törmelék, környezeti közeg) befolyásolja.

A profilométer segítségével meghatározott kopásnyomok esetében általánosan megfigyelt tapasztalat, hogy 5 és 10 N között a terhelőerő növelése kevésbé befolyásolja (növeli) a kikopott terület (térfogat) nagyságát, de a 10 és 15N-os tartományban drasztikus növekedés tapasztalható. Ettől eltérő a G4-es próba viselkedése, amely esetében szinte állandónak vehetjük a kikopott területértéket, azaz a

terhelőerő változtatása gyakorlatilag nem befolyásolta a kikopott területet, azaz a kikopott térfogat nagyságát (1. ábra).

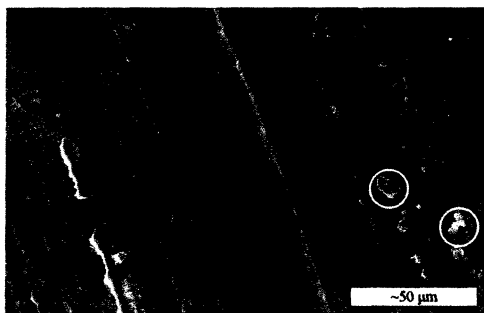


1. ábra. Kikopott felület nagyságának változása a terhelőerő függvényében

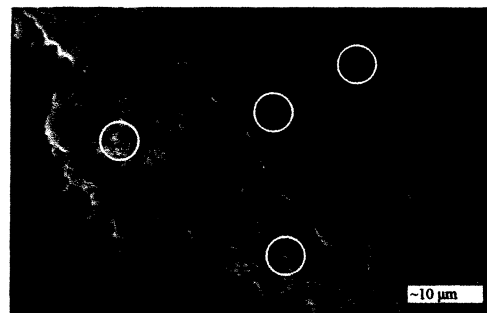
A próbatestek grafit-tartalma és a kikopott terület nagysága között nem állítható fel olyan egyértelmű viszony, mint a terhelőerő esetében. Eddigi vizsgálataink alapján egyértelműen annyi állapítható meg, hogy az adalékolt grafit szemcseméretének finomodásával javul a kopási tulajdonság.

Az összes mérés során folyamatosan vizsgáltuk a súrlódási együttható változását a megtett kopási úthossz függvényében. Ezen súrlódási diagramokat vizsgálva megállapítható, hogy a súrlódási együtthatók alakulása (G2, G4, G5 minták esetében) egy bizonyos távolság – az állandósult érték – eléréséig függ a kopási út hosszától, de az anyagra jellemző távolság elérése után a súrlódási együttható alakulása már független a súrlódási út hosszától. A G1 és G3 minták esetében nem alakult ki állandósult szakasz a vizsgált ciklusszám alatt.

A G1-es mintáról készített SEM felvételek feltárják a kopási törmelék jelenlétét az 5N terhelőerővel mért kopásvizsgálat során. A 2.a. ábrán egyrészt többféle, különböző színű és alakú kopási törmelék különíthető el, amely törmelékek pontos kémiai azonosításához további (pl. EDX) vizsgálatokra lenne szükség, másrészt a fekete körökbe eső területeken anyagihiányok láthatóak, amelyek feltehetően a kopási folyamatban kitépődött anyagrészek után visszamaradó mikroüregek. A 2.b. ábrán a nagy terhelőerő (15N) alkalmazásával kapott kopásnyom SEM felvétele látható. A [4] szakirodalom szerint feltételezhető, hogy a kopás, alakváltozás által kontrollált folyamatként játszódtott le.



2. a. ábra



2. b. ábra

SEM felvételek a kopásnyomokról

A mikrokeménység-mérés eredményei (keménységtraverz, és a kopásnyomok közvetlen környezetében mérve) a minta nagyfokú inhomogenitására utalnak. Nemcsak a próbatestek közepe felé haladva változnak a keménységmérési adatok, hanem egymáshoz közel eső, egymás mellett lévő mérési pontok esetében is az értékek ugrásszerű változása következhet be [5].

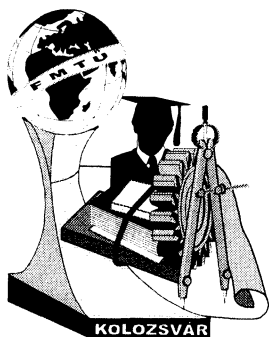
4. Összefoglalás

- A vizsgált Si_3N_4 C-nanokompozitok Pin-on-Disc kopásvizsgálatakor az adott terhelési feltételek mellett a kerámiákra jellemző mind a négy kopásfajta előfordulása lehetséges.
 - Kis terhelőerők: törmelék jelenlétéből következtethetően abrazív kopás játszódott le;
 - Nagy terhelés: SEM felvételekből következtethetően alakváltozás által kontrollált kopás jellemző;
 - DIN 50320: „csúszás, és köztes szemcsék csúszásából eredő kopás”; A kopási térkép enyhe tartományába eső kopási folyamat játszódott le. Terhelőerő hatása a kopás mértékére:
 - 5-10N-os intervallumban kevéssé;
 - 10N fölött drasztikusan növelte.
- Grafit adalék hatása (komplex):
 - a szemcseméretének finomodásával javul a kopási viselkedés;
 - a grafit tartalom hatása nem egyértelmű;
 - új fázisok (pl. SiC , komplex oxidok, stb.) befolyásolhatnak.

Irodalom

- [1] Frank L. Riley: *Silicon Nitride and Related Materials*, Journal of the American Ceramic Society 83 [2], 2000.
- [2] M. Kašiarová, E. Rudnayová, J. Dusza, M. Hnatko, P. Šajgalík, A. Merstallinger, L. Kuzsella: *Some tribological properties of a carbon-derived $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ nanocomposite*, Journal of the Ceramic Society 24 (2004) 3431-3435
- [3] *Tribologie, Prüfung von Reibung und Verschleiß*, DIN 50 324, 1992.
- [4] B. W. Sheldon, S. C. Danforth: *Silicon-Based Structural Ceramics*, 1994. The American Ceramic Society; ISBN 0-944904-76-9, S. M. Hsu, M. C. Shen, T. N. Ying, Y. S. Wang, S. W. Lee: *Tribology of silicon-based ceramics*; Ceramics Division
- [5] Koncsik Zs.: *Si_3N_4 nanokompozitok tribológiai vizsgálata*, Miskolc, 2006. TDK Konferencia

Kuzsella László, egyetemi tanársegéd
 Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Polimermérnöki Tanszék
 3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros
 Telefon: +36-46-565-111
 E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

AZ ISZLÁM VÁROSRENDEZÉS SAJÁTOSSÁGAINAK VIZSGÁLATA TÖRTÉNELMI ÉS KULTURÁLIS ÖSSZEFÜGGÉSEKBEN, URBANISZTIKAI SZEMPONTBÓL

Orbán György

Abstract

Islam cities has many particularities that differentiate them from the cities of another civilisations. Studying them has a great importance, because the Islam population grow very fast, and than the cities must developed with. Without the particularities is not possible to find an adequate response to this problem in a globalizing world for a very civilization and culture dependent, numerously population.

Összefoglalás

Az iszlám város számos sajátossággal rendelkezik amik megkülönböztetik más civilizáció városaitól . Ezek vizsgálata, nagy jelentőséggel bír, ugyanis napjainkban tanúi lehetünk az iszlám társadalomban bekövetkező nagymértékű népesség szaporulatnak és velejárójaként a városok szükségszerű fejlesztésének is. A sajátosságok tanulmányozása nélkül, ez nem képzelhető el ugyanis csak így lehet kielégítő választ találni az egyre globalizálódó világban egy igencsak civilizáció függő nagyszámú népesség számára.

1. Általános megfontolások

Az ENSZ és az Amerikai Egyesült Államok népesség ügyi hivatala valamint hírszerző szolgálata szerint a világ népességét 2005-ben 6 milliárd 440 millió emberre becsülték. Ezen statisztikák szerint a Föld össznépességének 23.65 % összesen 1.52 milliárd muszlim. E hatalmas közösség a világ leggyorsabban növvő felekezete ami 2100 ban mérsékelt becslések szerint elérheti a 4.4 milliárdot.

Ezen csoporton belül rendkívül magas a fiatakorúak aránya. Ilyen megfontolások alapján érthető és főlöszlegesen ecsetelni hogy mily égető szükség van e népességet befogadó nagyrészt városokra kifejtett hatásának tanulmányozására. Egyértelmű hogy e városoknak fejlődniük kell, lehetőleg úgy hogy minél többet megőrizzenek identitásukból, mert csak így lehet biztosítani a modern emberhez méltó, úgy fizikai mint szellemi környezetet.

Az Iszlám világ már régóta megszűnt pusztán arabnak lenni. Az európai kolonizáció hatásai érezhetőek, különösképpen az adminisztráció és az urbanisztika terén. Azok a tulajdonságok amik valóban az iszlám város markáns jellemzői és amelyek megkülönböztetik egy római-görög városstruktúrától, a XX. századi városfejlődés hatására a század közepéig ható koloniális befolyások eredményeképp keveredtek a nyugati civilizáció városrendezési elképzeléseivel. Különösképpen az

iszlám országokban bekövetkezett városrobbanás időszakában Európában és Amerikában uralkodó funkcionalista elképzelések, az Athéni Charta és Corbusier elvei jelentették a legnagyobb befolyást.

2. Sajátosságok a városrendezés területén

Az iszlám alapításának korszakában létrehozott városok rendezett városképpel rendelkeztek, hasonlóan a római-görög városokhoz, de az idők folyamán ezek erősen módosultak arab és iráni területeken. Így inkább ez egy fokozati különbség mintsem elvi, figyelembe véve hogy az antik kelet városai is hasonló változáson mentek keresztül.

Az eredeti úthálózat két nagy csoportba osztható: fő tengelyek amik biztosították a központ és a kapuk, valamint különböző negyedek közötti kapcsolatot, valamint az ebből nyíló mellékutcák és zsákutcák amik erezetszerűen kitöltik ezen főutak közötti teret. A zsákutcák nem jellemzőek a görög-római avagy középkori keresztény városokra, nem is önkényes fejlődés eredményei, hanem illeszkednek az általános képbe. Sajátos, egyre személyesebb tereket alkotnak, amit az iszlám jog is elismer. Ezen zsákutcákhoz hasonló régészeti leletekre is bukkantak az antik Mezopotámia különböző városaiban is. A házak kis zsákutcákba nyílnak majd ezek kisebb terekre majd a tereket utcák fogják össze míg végül egy kapun keresztül egy nagyobb utcába torkolnak, ahonnan az út a mecsethez vezet. A terek jelentősége, társadalmi státus, család, törzs vagy etnikum szerinti tagolása majd ezek összefogása és térhierarchiai kicsúcsosodása a mecsetben kifejezi a muszlim világ és életfelfogás valamint társadalom egységét is.

A házak egy belső udvar köré szerveződnek ami biztosítja a megfelelő intimitást a család számára. Ezen forma újraértelmezve meghatározza a középületek kialakítását is. Itt a babiloni központi udvaros ház tekinthető előképnek.

A muzulmán világ városai jól körülhatárolható negyedekre oszthatók amik etnikai, vallási, törzsi alapon szerveződtek. A felosztás jellemző az ókori kelet számos városára, de ugyanakkor meghatározó a muzulmán városkép szempontjából is.

Az igazi nagy újítása az iszlám városnak, ami egyértelműen megkülönbözteti a középkori keresztény és antik görög-római városoktól, ugyanakkor új elemmel gazdagítja az urbanisztikai palettát a Suq , vagyis kereskedelmi utca - negyed avagy bazár.

Az iszlám elterjedési területe nagy mértékben egybeesik az északi félteke száraz sivatagi avagy félsivatagi területeivel. A csapadék értékessége, az öntözőcsatornák fontossága a megélhetésben az oázisokban fellelhető víz valamint a nagy meleg és szárazság is közrejátszhatott abban hogy az iszlám kultúrában a víz és az ehhez kapcsolható funkciók nagy jelentőséggel bírnak, már csak ennek hiánya miatt is ugyanis az iszlám a sivatag hevében formálódott. A városszervezés során úgy hitbeli mint fiziológiai szempontból igen fontos szerephez jut a víz hasznosítása. A mecsetnél a rituális mosakodás amit szigorú előírások szabályoznak, teszik szükségessé a víz jelenlétét. A használt vizet újra és újra felhasználják csatornákon át minél hosszabban vezetik át a városon, így megnövelve annak párolgási felületét. A víz útját pálmák szegélyezik így itt a többnyire száraz meleg ellenére kellemes, hűvösebb

mikroklíma hozható létre, míg nem a fel nem használt víz a városból távozva a környező földeket öntözi. A római civilizációhoz hasonlóan nagy vízvezetékeken keresztül látták el városaikat vízzel. Különböző komplikált hidraulikai rendszerekkel, valamint rendkívüli 1:500-1:1500 lejtésű csatornákkal, rendelkeztek. Iránban 300000 km csatornát építettek.

Ugyancsak a fent említett elterjedési terület miatt a zöldövezet hiánya rendkívülien felértékelte a kertek jelentőségét. A városi kertek az oázis egyfajta újraértelmezései. A falakkal szegélyezett kert védelmet biztosít, és ugyanakkor jelképezi a Próféta Kertjét a Paradicsomot is. Sajátosan rendezett, geometriai alakzatok szerint tagolt, rendszerint a szabályos 4 és 8 szög alkalmazásával. Kialakítása szerint ugyancsak jellemző az iszlám társadalomra. A pálmafák, majd alatta kisebb gyümölcsfák míg végül cserjék és legalul fű alkotja. Nincs egyértelmű elhatárolódás a díszkert és a hasznosság között mint a nyugati civilizációban, ugyanis a pálmafák alatt gyümölcsfák találhatóak. A kertekben számos kisebb vízesés és minél több mesterséges patak valamin kút található. Különösen jellemző a kert mint urbanisztikai elem jelentősége és annak felhasználása a két mogul főváros Agra és Fatehpur Sikri-re, ahol az indiai tradíciók miatt a folyók bal partja beépítetlen maradt és így teret engedett az immár iszlám város kertjeinek kialakítására aminek eredménye hatalmas összefüggő kert lett amiben számos folyócska, vízesés és kút található. Az eszmei fontosság mellett ugyanakkor a meleg éghajlat megszélesítése, és a ritka növényzet megjelenítése is a feladata.

A városrendezésre nagy hatással vannak az iszlám hit előírásai valamint a szunnák avagy szokások, ugyanakkor a városképben formát is öltenek. Egy általános és sematikus elrendezés szerint a központban található a nagy mecset amit egy tér vesz körül, majd ennek szomszédságában a történelem folyamán sokszor megtalálható az uralkodó palotája (ami saját kijárással is rendelkezett a városból). A térről indulnak a főutak amik a különböző negyedeket valamint a kapukat kötik össze. A nagy mecset környékétől valamint a fontosabb kereszteződéseknel és kapuknál fontossági és rangsor szerint találhatók a különböző kereskedések, műhelyek. A negyedek valamint a kereskedések körkörös rangsor szerint és megfelelő törzsi, családi, etnikumi valamint foglalkozásbeli tagolás szerint helyezkednek el. Ennek a tagolásnak megfelelően a mecset mint konvergenciapont az iszlám hit egységét hivatott kifejezni, a társadalmi szegregáció és Allah előtti egyenlőség ötvözéseként. A szűk utcák csak gyalogosok számára tették lehetővé a közlekedést, ez alól kivételt egyedül a teve mint szállítóeszköz képezett. A városnak nem volt önkormányzati kifejeződése mint a középkori keresztény városoknak. Az iszlám városra nem volt egyáltalán jellemző a nyugati "polgári együttműködés" és választott tisztviselők, ugyanis teljesen elismerte az iszlám hitnek megfelelően az uralkodót. Tisztviselőkkel és a város fejlődésével és működésével kapcsolatban pedig egyedüli megbízottak a mohtaseb-ek voltak akik a piacokat felügyelték.

A városépítés során különbséget kell tenni a királyi valamint a közösségi városfejlesztés között. A királyi fejlesztések többnyire a város formáját tervszerűen érintették, a kolonizáció folytán egyre felerősödő európai hatással, addig a kollektív városalakítás többnyire névtelenül, pragmatikusan zajlott és sokkal nagyobb mértékben befolyásolták a Próféta hagyományai.

3. Következtetések

Az iszlám város napjainkban új utakat keres, hogy megfelelő és kielégítő választ adhasson a nagyarányú népességnövekedésre. Mindez elképzelhetetlen sajátosságainak ismerete, megértése, összefüggések felállítása, rendszerezése, valamint a jelenleg a fejlődésben használt nyugati sokszor '70-es évekbeli funkcionalista modellek konstruktív kritikája, és a koloniális behatások elemzése nélkül. Példa erre Arriyadh városfejlesztési stratégiája, aminek keretében számos kongresszus és építészeti verseny keretében próbálnak választ keresni eme kihívásokra.

A fenti sajátosságok ugyanakkor nagy hatással vannak a kortárs és minden bizonnyal jövőbeni nyugati városrendezésre is, és ezen felül a nagy felületű építészeti programokra is. Ilyen a korunk és fogyasztói civilizációnk katedrális a bevásárlóközpont, plaza és mall amiknek kialakításában fellelhetjük az iszlám város számos sajátosságát: a suq avagy bazár jelleget, a víz és esetenként folyócska jelenlétét, a mesterséges kisebb „kertek” avagy növénycsoportokat és mindezen elemek előtérbe helyezését amik szervezik a belső teret.

IRODALOM

- [1] MOLDOVAN Mircea Sergiu: *Sinteză și continuitate în arhitectura islamică, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 1996*
- [2] WIRTH Eugene: *Intervention au Colloquesur “La Ville arabe dans l’Islam”, Carthage, mars, 1979*
- [3] MOLDOVAN Mircea Sergiu: *Fântânile lumii, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1989*
- [4] www.un.org , www.state.gov , www.census.gov , www.cia.gov

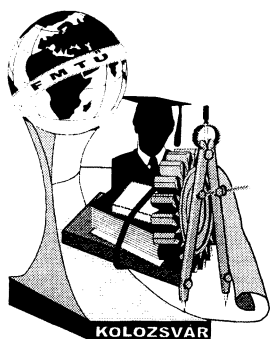
Orbán György , hallgató

Kolozsvári Műszaki Egyetem - Építészeti és Urbanisztikai Kar

Cím(egyetem): 400020, Románia, Kolozsvár (Cluj-Napoca), Str. Constantin Daicoviciu nr 15

Telefon / Fax: +40-(0)264-520261

E-mail: orban.gyorgy@gmail.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

HOMOKBÁNYÁBAN KELETKEZŐ MEDDŐ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

Paróczai Csilla

Abstract

The waste which arises in the sand mines is a heavy problem. This waste we try to use in the building industry. Correctly in the concrete technology. 10% waste improve the pressure strength of the concrete. The more the waste the more the crystalline needles. It has got favorable effect on the wearing quality and the quality of the surface.

Összefoglaló

A homokbányákban keletkező flotációs meddő hasznosan felhasználható az építőipar különböző területein, különösen a betoniparban. A beton esetében a 10%-os nedvességtartalom mellett bekevert meddő javítja nyomószilárdságot. Ugyanakkor a beadagolt meddő hatására az egyébként is jelenlevő túkristályok mérete és mennyisége is megnő.

1. Bevezetés

A homokbányákban keletkező flotációs maradék - más néven meddő – minden hónapban igen nagy mennyiségben keletkezik (kb. 10-15ezer tonna/hónap). Ennek a nagy mennyiségű, kvarcban gazdag anyagnak az elhelyezése egyre nagyobb feladat a bányák számára, ezért vizsgálataink arra terjednek ki, hogy miként lehet ezt az anyagot különböző technológiákban felhasználni. [1, 2, 3]

2. A tisztítási technológia során keletkező meddő hasznosítási lehetőségei

A rendelkezésünkre álló minták szemrevételezése és előzetes információk alapján lehetőséget látunk a tisztítás során keletkező meddő anyagok építőanyag-ipari adalékanyagként esetleg segédanyagként történő újrahasznosítására az útépítésnél, illetve minőségi falazó anyagok gyártásánál. [4, 5, 6, 7]

- útalapba történő felhasználás
- mész-homok téglagyártásához történő felhasználás
- értékes színesfémek kinyerése – színesfém-kohászati alkalmazás
- aszfalt utak kopófelületének javítása
- a kinyert meddő, mint minőségjavító adalék speciális betonokhoz

3. Laboratóriumi vizsgálatok

Első lépésben a meddő ásványtani és szemcseszerkezeti vizsgálatát végeztük el, hogy tisztában legyünk annak kémiai összetételével és várható fajlagos felületének nagyságával. A Scanning Elektronmikroszkópos (SEM) képekből és az ezzel párhuzamosan előállított röntgenspektrumokból megállapítható, hogy az általunk használt meddő – ami több mint 95%-ban kvarchomok - főleg vassal és titánnal szennyezett. Szitaanalízis vizsgálatából kiderült, hogy legnagyobb mennyiségben a 0,2 – 0,1mm méretű szemcséket tartalmazza. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az általunk használt meddő kiválóan alkalmas lehet beton, illetve vasbeton adalékanyagként való felhasználására.

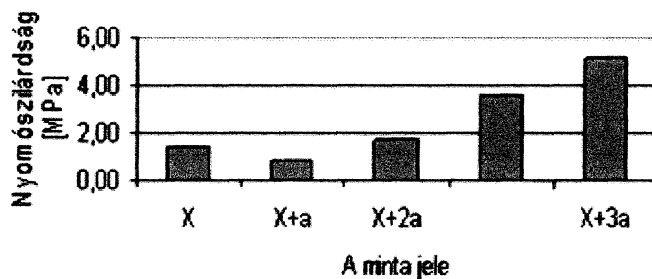
3.1. A meddő, mint betontulajdonságokat javító adalékanyag

Ahhoz, hogy eldönthessük a meddő alkalmazhatóságát a beton technológiáknál, meg kell vizsgálni, hogy bekeverése hogyan hat - milyen mértékben befolyásolja - a beton számára legfontosabb mechanikai és fizikai tulajdonságokat, mint például a nyomószilárdságot és a mikroszerkezetet. [8, 9]

3.1.1. A meddőtartalom hatása a beton nyomószilárdságára

A nyomószilárdsági vizsgálatokat a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszékének laboratóriumában végeztük el. A vizsgálatokkor nem csak a cement/meddő arányt változtattuk bizonyos értékhatárok között, de arra is kíváncsiak voltunk, hogy a szárazanyagra vetített vízmennyiség változtatása hogyan hat a beton szilárdságára. A vizsgálat során a cement mennyiségét meghatározott nagyságú ugrásokkal $X_m\%$ -ról $Y_m\%$ -ra csökkentettük, míg a meddőt ezzel párhuzamosan $V_m\%$ -ról $Z_m\%$ -ra növeltük. Minden cement/meddő arány esetében 6 féle víztényező mellett készítettük el a beton próbatesteket és mértük meg a nyomószilárdságot. Az így elkészített keverékekből legyártott beton próbatesteket 7 napig pihentettük, majd a Miskolci Egyetem Kerámia-és Szilikátmérnöki Tanszékén működő 100 kN erő kifejtést biztosító húzó-nyomó gépen elvégeztük a próbák összetörését.

Amennyiben a kapott eredményekből diagramot (1. ábra) szerkesztünk, jól látszik az, hogy a meddő aránya milyen hatással van az általunk gyártott beton próbatestek 7-napos nyomószilárdságára.

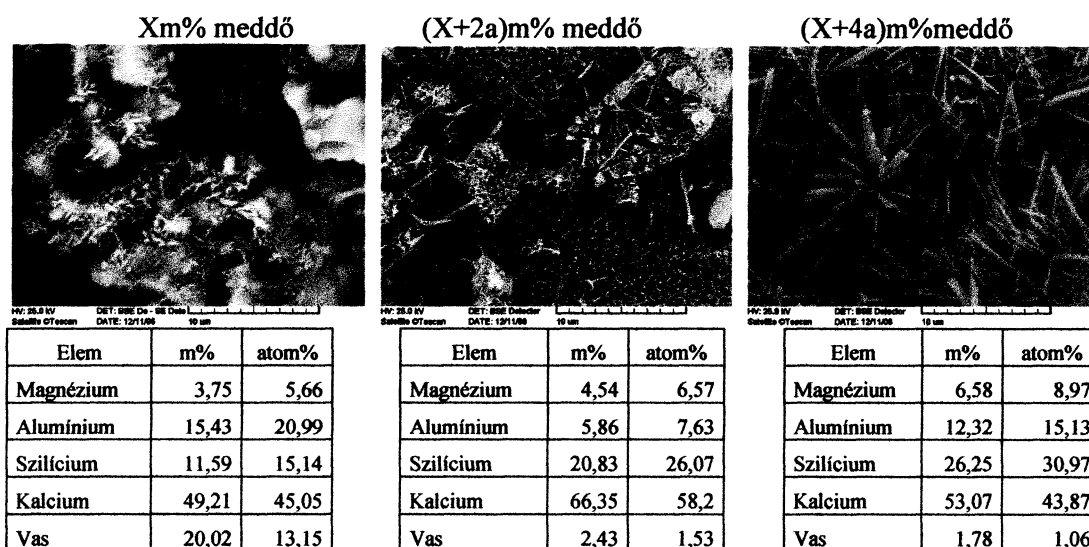


1. ábra. Állandó 10% vízmennyiség mellett a vízszintes tengelyen a meddő aránya nő a cementéhez képest

Az eredmények alapján megállapítható, hogy viszonylag kis vízmennyiség (10%) mellett a bekevert meddőnek nyomószilárdság növelő hatása van.

3.1.2. A meddőtartalom hatása a beton mikroszerkezetére

Az előző fejezetben ismertetett nyomószilárdsági vizsgálatokkor szétört próbatestek töretfelületéről SEM felvételeket készítettünk, hogy meglássuk milyen anyagszerkezetet alakított ki a meddő az érlelés során. A különböző meddőtartalmú betonokról készült képeket összehasonlítottuk, hogy bebizonyosodjon az a feltételezésünk, hogy a meddő úgynevezett „csíráképzőkét” viselkedik, azaz minél több van a betonban, annál több túszerű nanokristály nő. Ez okozhatja mechanikai stabilitás növekedését is. Ezt mutatja be a 2. ábra, melyen látható tűkristályok emlékeztetünkbe juttatják az amorf szilícium-nitrid porok 1500°C-on, argonban történő hőkezeléskor képződő β -Si₃N₄ tűkristályok alakját. [10]



2. ábra. A növekvő meddőtartalom hatása a beton mikroszerkezetére

A röntgen-spektrum vizsgálatok eredményeként elmondható – mint ahogyan az a 3. ábrából is jól kiolvasható – hogy a meddő mennyiségének növelésével a szilícium mennyisége is szépen emelkedik. Ez kedvezően hat a beton kopásállóságára, felületi minőségére.

Másik drasztikus mennyiségbeni változást mutató elem a vas. A vas a beadagolt meddő tartalom növelésével látványosan csökken.

Xm% meddő	m%	atom%	(X+2a)m% meddő	m%	atom%	(X+4a)m% meddő	m%	atom%
Magnézium	3,75	5,66	Magnézium	4,54	6,57	Magnézium	6,58	8,97
Alumínium	15,43	20,99	Alumínium	5,86	7,63	Alumínium	12,32	15,13
Szilícium	11,59	15,14	Szilícium	20,83	26,07	Szilícium	26,25	30,97
Kalcium	49,21	45,05	Kalcium	66,35	58,2	Kalcium	53,07	43,87
Vas	20,02	13,15	Vas	2,43	1,53	Vas	1,78	1,06

3. ábra. Különböző meddőtartalmú beton elemi összetétele

4. Összegzés

Ásványi összetétele és szemcseszerkezete alapján a leválasztott flotációs és mágneses meddők kiválóan alkalmasak beton-adalékanyagként történő hasznosításra, különösen azokban az esetekben, amikor nagy mikro és makro-porozitású – a szokásosnál jobb hőszigetelő tulajdonságú – betonstruktúrára van szükség. Ehhez a finom pórusszerkezethez ráadásul egy nagyon finom, nano átmérőjű és néhány mikron hosszú kristályszerkezet is párosul; így amennyiben sikerül a betonérlelés során ezeknek a kristályoknak a hosszát jelentős mértékben megnövelni, úgy a jó hőszigetelés mellett relatíve nagy hajlító szilárdságú betonok is előállíthatók felhasználásukkal.

Irodalom

- [1] Kutatási Zárójelentés – Az üveghomok dúsítás során képződő flotációs és mágneses meddő termékek elemzése; Témaszám: 405935
- [2] Majorosné Lublói Éva, Nemes Rita, Balázs L. György, Józsa Zsuzsanna: Könnyű adalékanyagok betonok maradé nyomószilárdsága tűzterhelés után; Építőanyag 58. évf. 2006. 2. szám
- [3] ENV 1992 –1-2 Betonszerkezetek tervezése (1995).
- [4] Gömze Antal László, Eller E. A.: Extrudálható azbesztcement masszák reológiai vizsgálata; Építőanyag 35.évf. 1983. 1. szám
- [5] Gömze Antal László: Csigasajtóval előállított azbesztcement termékek préselés utáni feszültségállapotának matematikai elemzése; Építőanyag 35. évf. 1983. 5. szám
- [6] Pápay Z., Török A.: Kovasavészter kőszilárdítók hatása a durva mészkőre; Építőanyag 58.évf. 2006. 4. szám
- [7] Puchard Z.: Útépitési zúzottkövekkel szemben támasztott követelmények; Építőanyag 58.évf. 2006. 4. szám
- [8] Nagy Anikó, K. Häussler, Gömze A. László: Rheologische Untersuchungen an Calciumsilikat Suspensionen; MicroCAD 2000
- [9] Rolf Strienitz, Ernst Schlegel: Bildung und quantitative Bestimmung von tobermoritischen Phasen in dampfgehärteten Baustoffen mittels Röntgenverfahren nach RIETVELD; Technische Universität Bergakademie – ISBN 3-86012-283-5
- [10] Szépvölgyi János, Károly Zoltán: Nanoporok szintézise termikus plazmában; Építőanyag 56.évf. 2004. 1. szám

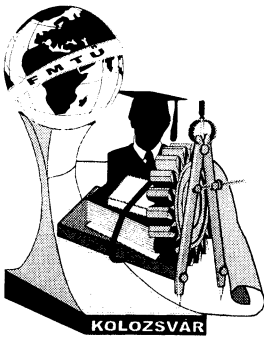
Paróczai Csilla, doktorandusz

Munkahely: Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, Egyetem út 17.

Telefon: +3646/565000(1560) Fax: +3646/565103

E-mail: femparcs@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

CMSX-3 JELÖLÉSŰ NIKKEL ALAPÚ ÖTVÖZET IRÁNYÍTOTT KRISTÁLYOSÍTÁSÁNAK TECHNOLOGIÁJA

Dr. Pinke Péter

Abstract

A thorough understanding of the technology process parameters' is needed because of the final material structure and its dependence on the parameters. This paper describes determination of technology parameters directional solidification process and their influence on CMSX-3 nickel based superalloy structure of casting.

Összefoglalás

A technológiai folyamatok paramétereinek ismerete szükséges a végső anyagszerkezet és ezen paraméterek közti összefüggések feltárása szempontjából. A dolgozat az irányított kristályosítás technológiai paramétereinek meghatározását vázolja és bemutatja a technológia paramétereinek hatását a kialakuló CMSX-3 jelölésű nikkell alapú szuperötvözet-öntvény szövetszerkezetére.

1. Bevezetés

A magas hőállósággal rendelkező anyagok területén (intermetallikus vegyületek, magas olvadáspontú fémek és ötvözetek, kerámiák, kompozitok) az utóbbi években jelentős kutatási, fejlesztési eredmények születtek [1]. Megállapítható azonban, hogy napjainkban még mindig a nikkell alapú szuperötvözetek a leggyakrabban alkalmazott anyagok a gázturbinák és sugárhajtóművek nagyfokú igénybevételnek kitett alkatrészeinek gyártására. Az irányított kristályosítás (IK) turbinalapátok előállításának olyan gyártástechnológiája, amellyel oszlopszerű kristályokból vagy egykristályból (műszaki egykristály) álló lapátok készíthetők.

Az egykristály szerkezetű nikkell ötvözetekből készült öntvények sokkal kedvezőbb mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek magas hőmérsékleten (kúszásállóság, hőfáradással szembeni ellenállóképesség) mint a polikristályos szerkezetűek [2].

Az IK technológiával előállított öntvények szövetalapota az alkalmazott eljárás paramétereitől függ. Jelen dolgozatomban az IK technológiai paramétereinek egy lehetséges meghatározási módját vázoló fel.

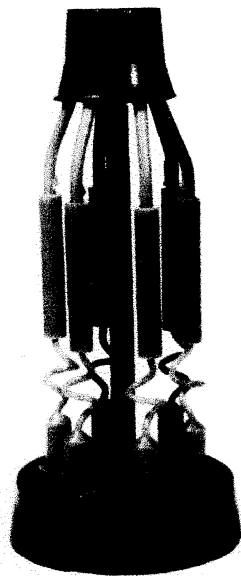
2. Kísérleti anyag és az alkalmazott kristályosítási technológia

Az irányított kristályosítást a Szlovák Műszaki Egyetem vákuum metallurgiai laboratóriumában, professzor Žitňanský [3] által kidolgozott módszer alapján, egy átépített KOPP VS7-es vákuum kemencében [4] valósítottuk meg. Kísérleti ötvözetként CMSX-3 jelölésű nikkell alapú szuperötvözetet alkalmaztunk, amelynek vegyi összetétele az 1. táblázatban található.

1. táblázat. A CMSX-3 jelölésű nikkel alapú ötvözet irányadó vegyi összetétele (tömeg %)

Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Ta	Hf	Ni
8	4	0,5	9	5,7	0,7	5,7	0,1	maradék

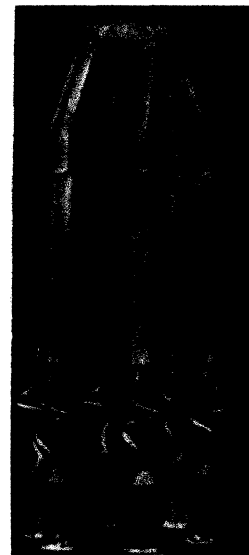
Bokorba rendezett viaszminták (1. ábra) segítségével mártogatás módszerével Al_2O_3 alapú kerámia héjformákat készítettünk (2. ábra). A kerámia formát a kemence hűtött asztalára erősítettük majd a fémolvadékkal feltöltött formát egyenletes sebességgel kihúztuk a hőkamrából. Az így keletkezett öntvény 6 darab $\phi 12 \times 80$ mm méretű vizsgálatokra alkalmas hengeres próbadarabot tartalmazott (3. ábra).



1. ábra. Viaszminta



2. ábra. Kerámia héjforma



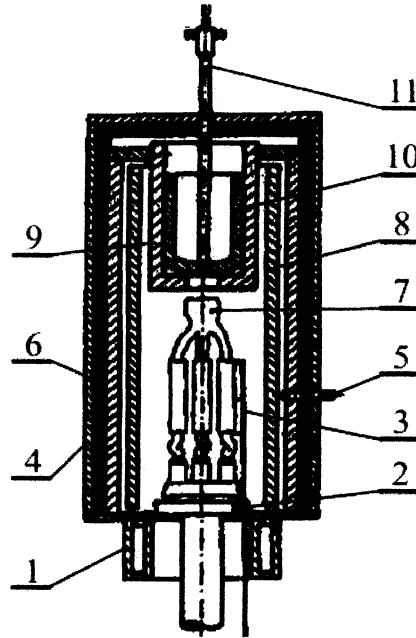
3. ábra. IK technológiával készített öntvény

3. Hőmérséklet-mező felvétele irányított kristályosítás során

Az alkalmazott IK technológia során a hőmérséklet változását a hengeres próbadarab-rész három pontjában mértük (a henger alján $L = 0$ mm, hőmérséklet 1; a henger közepén, $L = 40$ mm, hőmérséklet 2; a henger felső részén $L = 80$ mm, hőmérséklet 3) Pt30Rh-Pt6Rh hőelem segítségével. A mérés $t = 0$ időben kezdődött, amikor elindítottuk a héjforma kihúzását $v_0 = 2,86$ mm·min⁻¹ sebességgel. Az alkalmazott IK eljárás vázlatja, amely a hőmérséklet mérés elrendezését is mutatja a 4. ábrán látható. A három mérési pont hőmérséklet változását $T = f(t)$ az 5. ábra mutatja. A lehülési görbékből parabolikus interpoláció segítségével szerkesztett hőmérséklet-mező a 6. ábrán látható.

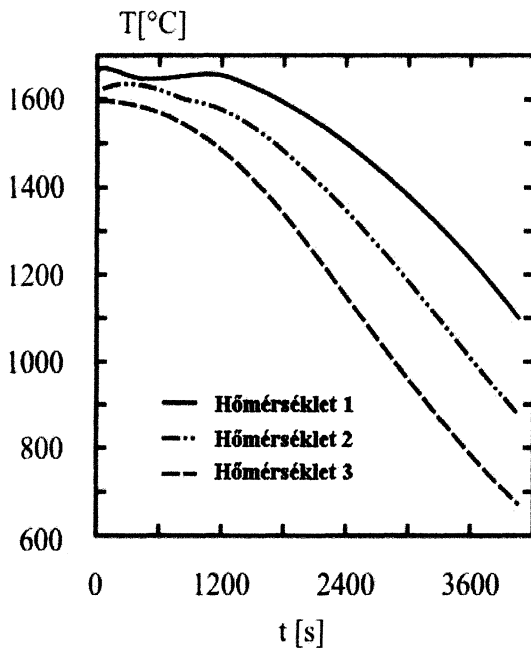
4. Vizsgálati eredmények

Az IK fő technológiai paraméterei a hőmérséklet gradiens (G), a kristályosítás sebessége (v) és a lehülési sebesség (v_T). A vizsgált ötvözet likvidusz hőmérséklete 1350 °C volt. Erre az izotermára vonatkoztatva az öntvény hossziránya mentén 26 pontban meghatároztuk a kristályosítás sebességét $v = dx/dt$ [mm·min⁻¹], a lehülési sebességet $v_T = \partial T/\partial t$ [K·min⁻¹] valamint a hőmérséklet gradiens $G = \partial T/\partial x$ [K·mm⁻¹] értékeit. A kiszámított értékek megtalálhatók egy korábbi publikációban [5]. Az alkalmazott IK technológia paramétereiről összefoglaló jelleggel a 2. táblázat ad áttekintést.

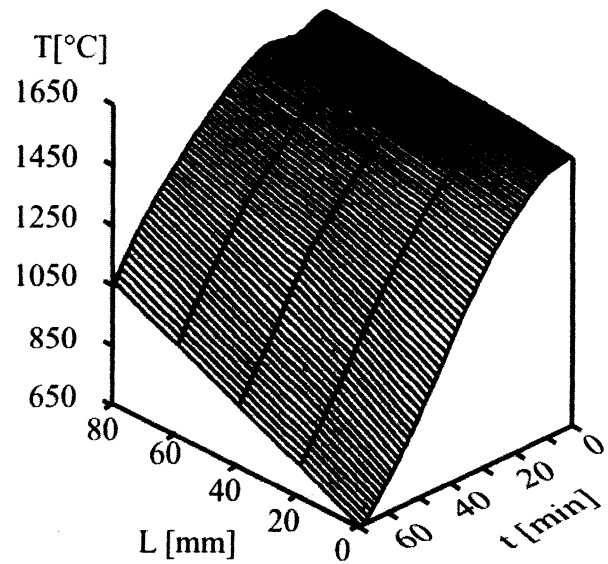


4. ábra. Az irányított kristályosítás vázlata

1- vízhűtés, 2- hűtött asztal, 3- hőelem, 4- külső palást, 5- a hőkamra hőmérsékletének mérése, 6- hőszigetelés, 7- kerámia héjforma, 8- hevítő egység, 9- olvasztótégely-tartó, 10- olvasztótégely, 11- a fémolvadék hőmérsékletének mérése



5. ábra. Lehülési görbék

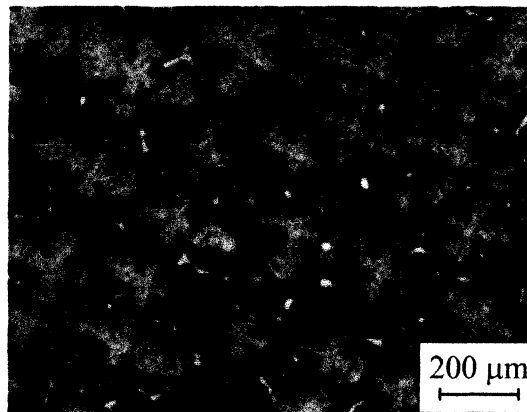


6. ábra. A hengeres részen felvett hőmérséklet-mező

2. táblázat. Az alkalmazott irányított kristályosítási technológia paraméterei

Lehülési sebesség v_T [K·min ⁻¹]	Kristályosítási sebesség v [mm·min ⁻¹]	Hőmérséklet gradiens G [K·mm ⁻¹]
16,5 - 12	4,9 - 2,7	5 - 3,7

A vizsgált hengeres rész alsó részén nagyobb volt a lehülési sebesség mint a felsőn. A kristályosítás sebessége és a hőmérséklet gradiens szintén változott a kristályosítás során, a változás jellege és mértéke azonban összhangban volt a szakirodalomban publikáltakkal [6]. Az eljárás során oszlopszerű dendritkristályokból álló egykristályos (szemcsehatárok nélküli) szerkezet jött létre, amelynek szövetképe a 7. ábrán látható. A primer dendrit-törzsek távolsága $l = 225 \mu\text{m}$ volt.



7. ábra. Az irányított kristályosítással készített CMSX-3 nikkell alapú ötvözet szövetképe

5. Összefoglaló

Az alkalmazott IK technológia által CMSX-3 jelölésű nikkell alapú szuperötvözetből hengeres egykristály öntvényeket állítottunk elő. Az eljárás jellemző technológiai paramétereit (hőmérséklet gradiens G , kristályosítási sebesség v) hőmérséklet-mező felvételéből határoztuk meg. Az alkalmazott IK technológia paramétereit műszaki egykristályok létrejöttét eredményezték, amelyek oszlopszerű dendritkristályokból épültek fel.

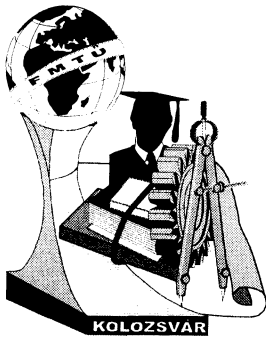
Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Žitňanský professzornak és Maroš Martinkovič docensnek az irányított kristályosítással összefüggő projektek során megvalósult sikeres együttműködésért.

Irodalomjegyzék

- [1] R. Tanaka: *Materials at High Temperatures*, 17 (4), 2000, pp. 457-464.
- [2] M. McLean: *Philosophical Transactions of Royal Society*, Vol. 351, 1995, pp. 419-433.
- [3] M. Žitňanský: *Doctoral Thesis*, SVŠT-SjF Bratislava, 1984.
- [4] M. Žitňanský – M. Hazlinger – P. Pinke – J. Zrník: *Irányított kristályosítással előállított anyagok*, Kutatási jelentés 1/990 376/93, MTF STU Trnava, 1991.
- [5] M. Martinkovič, P. Pinke: *Materials Science and Technology*, Vol.2, No. 1, 2002, ISSN: 1335-9053, MTF STU Trnava, pp. 1-6.
- [6] P. Carter, D.C. Cox, C.A. Gandin, R.C. Reed: *Materials Science and Engineering*, A280, 2000, pp. 233-246.

Dr. Pinke Péter, egyetemi adjunktus
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony
 Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
 Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská republika
 00421/33 552 1007, email: peter.pinke@stuba.sk



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

HŐTECHNIKAI FOLYAMATOK ELEMZÉSE LOKÁLIS KOPÁSVIZSGÁLATNÁL

Réger Mihály, Kovács Tünde, Réti Tamás

Abstract

It became clear that for experimental purposes special testing equipment is needed, which does not initiate changes in the original microstructure of heat treated steels specimens during wear tests. Consequently, it was necessary to develop a new type of wear testing equipment and a proper testing method, by which the undesirable effects (i.e. microstructural changes caused by intensive heat formation) can be avoided. The discussed heat generation analysis is based on the heat transfer simulation performed by COMSOL Multiphysics software.

Összefoglalás

A hőtechnikai folyamat elemzésének célja, hogy viszonylag egyszerű számításokkal igazoljuk, a bolygó-golyós kopásvizsgálat folyamán a kráter környezetének olyan mérvű felmelegedésével nem kell számolni, amely a mintában a vizsgálatok eredményeit érdemben befolyásoló mikroszerkezeti változásokat idézne elő. Egy olyan szimuláción alapuló elemzést végeztünk el, melynek révén a kráter környezetében, illetve a minta egészében a hőmérséklet eloszlás (a kialakuló instacioner hőmérsékletmező) megbecsülhető. A szimulációhoz a COMSOL Multiphysics véges elemes szoftver hőtani modulját alkalmaztuk

Bevezetés

A különböző anyagú és szövetszerkezetű minták kopási vizsgálata során lényeges, hogy a minta hőmérséklete a vizsgálat során lényegesen ne változzon. Ha a minta hőmérséklete a kráter környezetében lényegesen nő, akkor a kiinduló állapot és a hőmérséklet függvényében szövetszerkezeti változások (megeesztődés, lágyulás, allotróp átalakulás) történhetnek. A koptatáskor jelentkező hőfejlődés mértékének és a mintában kialakuló hőmérsékletmező becsüléséhez mérési módszerek (termoelemes, infrakamerás technikák) valamint többnyire véges-elem alapú szoftverek alkalmazásán alapuló szimulációs eljárások egyaránt használatosak. A hőfejlődés, illetve annak hatása szempontjából különbséget szokás tenni az érintkező felületeken lezajló, valamint a kráter környezete és a minta egészében bekövetkező folyamatok között. E témakörrel kapcsolatos problémák megoldására számos modell és szimulációs algoritmus ismert a szakirodalomból.

Hőtechnikai folyamat elemzése

A következőkben ismertetett elemzésnek nem célja az érintkező felületepárokon kialakuló termikus folyamatok „mikro” szintű modellezése illetve szimulációja, bár kétségtelen, hogy ezek a kopás mechanizmusában szerepet játszanak. Alapvetően arra törekedtünk, hogy viszonylag egyszerű számításokkal igazoljuk, hogy a bolygó-golyós kopásvizsgálat folyamán a kráter környezetének olyan

mérvű felmelegedésével nem kell számolni, amely a mintában a vizsgálatok eredményeit érdemben befolyásoló mikroszerkezeti változásokat idézne elő.

A kopás-vizsgálati paraméterek megválasztásakor eleve abból indultunk ki, hogy minél kisebb a terhelés és minél rövidebb a vizsgálati idő, annál kisebb hőfejlődés várható. Nyilvánvaló, hogy a minta geometriájának, tömegének, hőkapacitásának és hővezető képességének is illeszkednie kell a vizsgálati paraméterekhez.

A vizsgálati paraméterek (terhelés, szögsebesség, golyóátmérő) megválasztása megfelelőnek tűnt abban a tekintetben, hogy kísérlek során egyetlen esetben sem tapasztaltunk melegedésre utaló jeleket a golyón és a mintán. A kráter közvetlen környezetében végzett mikrokeménység vizsgálatok eredményeiből ugyancsak arra következtettünk, hogy a minta anyagban lágyulására utaló keménységcsökkenés nem tapasztalható.

Mindazonáltal szükségesnek tartottuk egy olyan szimuláción alapuló elemzés elvégzését, melynek révén a kráter környezetében, illetve a minta egészében a hőmérséklet eloszlás (a kialakuló instacioner hőmérsékletmező) megbecsülhető.

A szimulációhoz a COMSOL Multiphysics véges elemes szoftver hőtani modulját alkalmaztuk. A modellezett minta hengeres alakú volt, (10 mm átmérőjű és 1 mm vastagságú), amely geometriáját tekintve pontosan megfelelt a valóságos mintának. A választott hőtechnikai jellemzők a következők voltak:

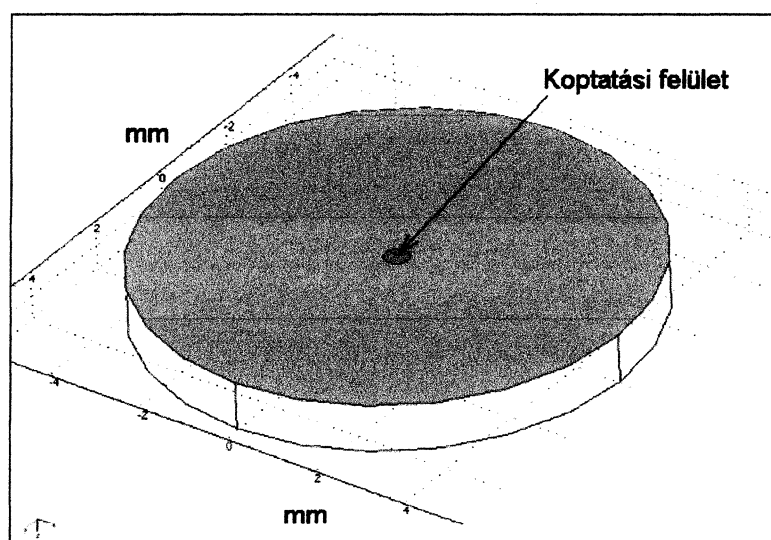
Hővezető képesség: 44,5 W/(mK)

Sűrűség: 7850 kg/m³

Fajhő: 475 J/(kgK)

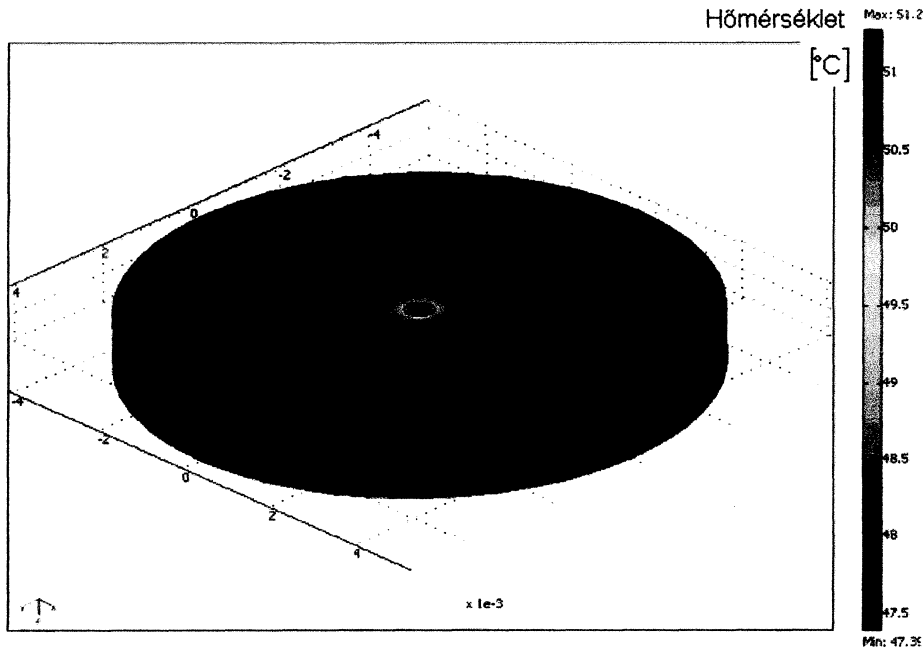
Kezdeti hőmérséklet: 20 °C

A modell-feltételezések szerint a henger alakú minta felülete 20 °C-os levegővel érintkezik, a hőátadási együttható értéke 25 W/(m²K).

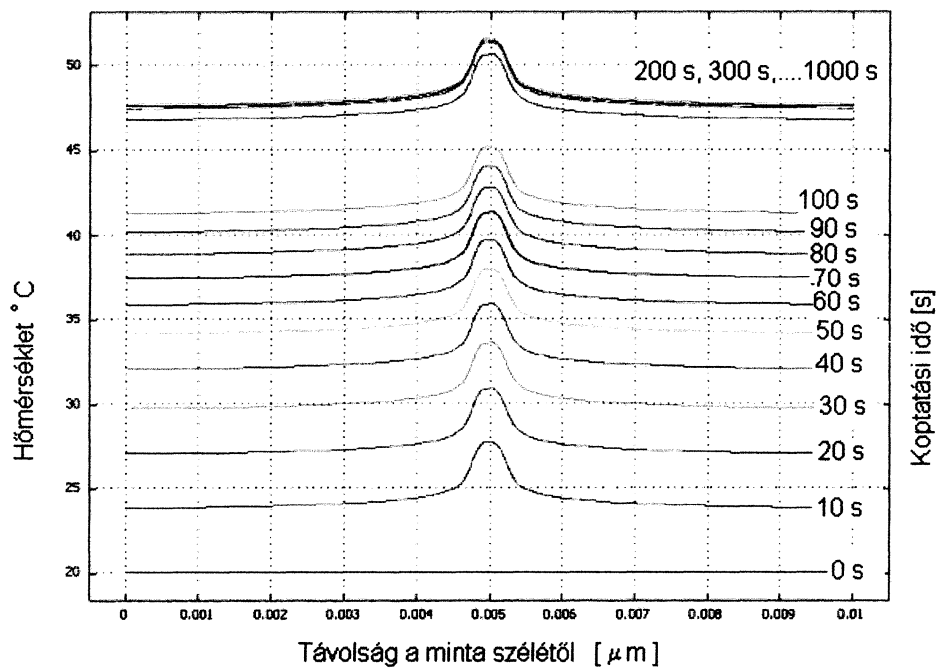


1. ábra. A minta geometriája és a hőfluxusnak kitett felület

Ez alól egyedüli kivétel a minta egyik körlapjának középponti tartománya, amelyre vonatkozóan a koptatásból generált hőhatás szimulációja végett egy 0,5 mm-es átmérőjű körfelületen 660000 W/m^2 nagyságú belépő hőfluxust alkalmaztunk (1. ábra). Ez a hőfluxus megfelel a vizsgálati paraméterek (súrlódási erő, súrlódási út) alapján becsült hőterhelésnek.



2. ábra. Felületi hőmérséklet eloszlás 100 s után



3. ábra. Felületi hőmérséklet változása az átmérő mentén a koptatás kezdetétől számított különböző időpontokban

A fenti paraméterekkel 1000 s-ig, vagyis várhatóan már az állandósult állapot eléréséig végeztünk számításokat. A szimuláció eredményeként meghatározott felületi hőmérséklet eloszlás látható a 2. ábrán. A 3. ábra a minta felületén egy átmérő mentén kialakuló hőmérséklet eloszlásokat mutatja különböző időpontokban (0, 10, 20,.....90, 100, 200,...900, 1000 s elteltével). A számításokból arra következtethetünk, és ezt 3. ábra is jól szemlélteti, hogy az állandósult állapot 200 másodperc elteltével már megvalósul, ezután már nem változik lényegesen a hőmérséklet eloszlás.

A számítások szerint ekkor a kráter környezetében 52 °C a becsült hőmérséklet, a minta egészére pedig egy átlagos 47-48 °C körüli hőmérséklet jellemző.

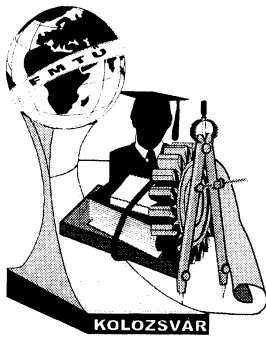
Összefoglalás

A szimuláció eredményeit összegezve tehát kijelenthető, hogy - a mérési tapasztalatokkal egybevetve – a kráter környezetében és a minta egészében a koptatási folyamat során bekövetkező hőmérséklet-növekedés nem haladja meg a 60°C-ot, vagyis szövetszerkezeti változás (átalakulás) a minta anyagában a vizsgálat során nem várható.

Irodalom:

- Podra P., Andersson S.: Simulating sliding wear with finite element method, Tribology International Vol. 32, (1999) p.71-81.
 Komanduri R., Hou Z. B.: Analysis of heat partition and temperature distribution in sliding systems, Wear Vol. 251, (2001) p. 925-938.
 Majcherczak D., Dufrenoy P., Berthier Y.: Tribological, thermal and mechanical coupling aspects of the dry sliding contact, Tribology International, Megjelenés alatt
 Váradi K., Néder Z., Fridricj K., Flöck J.: Numerical and finite element contact temperature analysis of real composite-steel surface in sliding contact, Tribology International Vol.31, No.11, (1998) p.669-686,
 Lestyán Z. Váradi K., Albers A. : Contact and thermal analysis of an alumina-steel dry sliding friction pair considering the surface roughness, Tribology International, Megjelenés alatt
 Kovács T. : Acélok szövetszerkezetének hatása a lokális kopásra, PhD értekezés 2007.

Dr Réger Mihály főiskolai tanár
Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D. hallgató
Dr. Réti Tamás egyetemi tanár
 BMF, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
 Anyag és Alakítástechnológiai Szakcsoport
 Budapest 1081 Népszínház u. 8
 tel: (+36-1) 666-5327
 reger.mihaly@bgk.bmf.hu
 kovacs.tunde@bgk.bmf.hu
 reti.tamas@bgk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

TÖMEGKÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK JELZŐLÁMPÁS CSOMÓPONTOKBAN TÖRTÉNŐ ELŐNYBEN RÉSZESÍTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA FORGALOM SZIMULÁCIÓ SEGÍTSÉGÉVEL

Schavanner Norbert

Abstract

Through changing the phase-plan of the traffic light controlled intersections, the service level of the road public transportation can be developed. The procedures like this shall get accentuated role in the center urban region [there must be substantially considered the mentioned process, where is not available enough space for the complete separation for the public transportation]. Besides it must be declared that for example the systems handling bus priority at traffic signal does not have significant derogatory effect on the individual transportation.

Összefoglalás

A jelzőlámpás csomópontok fázis-időtervének a tömegközlekedési eszközök előnyben részesítése céljából történő módosításával jelentős eredményeket lehet elérni a tömegközlekedés szolgáltatási színvonalának fokozása terén. Az ilyen jellegű eljárások kiemelt szerepet kapnak a belvárosi régiókban, ahol nem áll rendelkezésre megfelelő nagyságú terület a közúti forgalomtól teljesen függetlenített autóbusszávok kialakítására. Ezeken a területeken szinte kizárólag a jelzőlámpás időtervek módosításával lehet megvalósítani a tömegközlekedési eszközök előnyben részesítését. Az Uniós közlekedéspolitikai a városi közlekedési problémák megoldása területén, jelentős szerepet szán a tömegközlekedési eszközök előnyben részesítésének. Ennek köszönhetően egy általam felépített modellhálózaton vizsgáltam különböző aktív, illetve passzív előnyben részesítési megoldások forgalomlefolysra gyakorolt hatásait mikroszkopikus szimuláció segítségével. Az általam felépített modell vizsgálata alapján elmondható, hogy a különböző beavatkozások segítségével nagymértékben csökkenthető a járművek hálózaton töltött, csomóponti átjutási ideje, illetve ezek szórása, így a járatok pontossága, menetrendszerűsége jelentősen növekedhet. Elmondható továbbá, hogy az ilyen jellegű előnyben részesítési rendszerek megfelelő tervezés esetén nem gyakorolnak jelentős hatást az egyéni közlekedés résztvevőire, vagyis alkalmazásukkal a hálózat kapacitása változatlan marad. Vagyis az előnyben részesítési rendszerek kiépítése a kifizűtt közlekedéspolitikai célok megvalósításának rendkívül hatékony eszköze.

1. Bevezetés

Magyarországon az autópálya építések, és egyéb közúti fejlesztések következtében a városok között gyorsabbá válik az eljutás, ezáltal a személygépkocsi közlekedés egyre vonzóbb alternatívát kínál a közlekedők számára. A városokon belüli szűk keresztmetszetek kezelésére, azonban az elmúlt időszakban nem fordítottak elegendő figyelmet, aminek következtében egyre jelentősebb kapacitáshiányok jelentkeztek, jelentkeznek és a városi közlekedés fokozatosan lelassul. A városokban, különösen a belvárosi régiókban azonban nem áll rendelkezésre megfelelő nagyságú terület a jelentősebb építéssel járó fejlesztések elvégzéséhez, vagyis ezeken a területeken a közlekedési problémák kezelésére más megoldást kell találni. Az Európai Unió közlekedéspolitika a városi közlekedési problémák megoldása területén határozottabban kíván támaszkodni a tömegközlekedésre az egyéni gépjármű közlekedéssel szemben. Ehhez azonban a tömegközlekedés szolgáltatási színvonalának fokozására van szükség. Egy elképzelhető fejlesztési irány lehetne a tömegközlekedés előnyben részesítése, hiszen segítségével a tömegközlekedési szolgáltatás színvonala emelkedik, a járatok pontossága fokozódik, az utazási és várakozási idő csökken, továbbá az energiafogyasztás, környezetterhelés is mérséklődik. Ezzel versenyképes alternatívát kínál a motorizált egyéni közlekedéssel szemben. A nemzetközi tapasztalatok is megerősítik, hogy a tömegközlekedés ilyen irányú fejlesztése a kitűzött közlekedéspolitikai célok megvalósításának rendkívül hatékony eszköze.

2. A felépített modell vizsgálata

A külföldi rendszerekkel kapcsolatos tapasztalatok alapján elmondható továbbá, hogy a tömegközlekedési eszközök előnyben részesítése céljából alkalmazott megoldások közül a legelőnyösebb az elkülönített pálya, buszsáv kialakítása, hiszen ez a megoldás a közúti közlekedés egyéb résztvevőitől teljesen független haladást tesz lehetővé. Az ilyen jellegű rendszereket elsősorban a rendelkezésre álló terület korlátozottsága miatt azonban nem lehet mindenhol kiépíteni. Ezekben a helyeken az előnyben részesítést egyéb forgalomtechnikai eszközök segítségével lehet megvalósítani. Ilyen megoldás a tömegközlekedési eszközök jelzőlámpás csomópontokban történő előnyben részesítése. A tömegközlekedés előnyének biztosítására a jelzőlámpás csomópontokban különböző módszerek állnak rendelkezésre. Ezek a módszerek a következő főbb csoportokba sorolhatók:

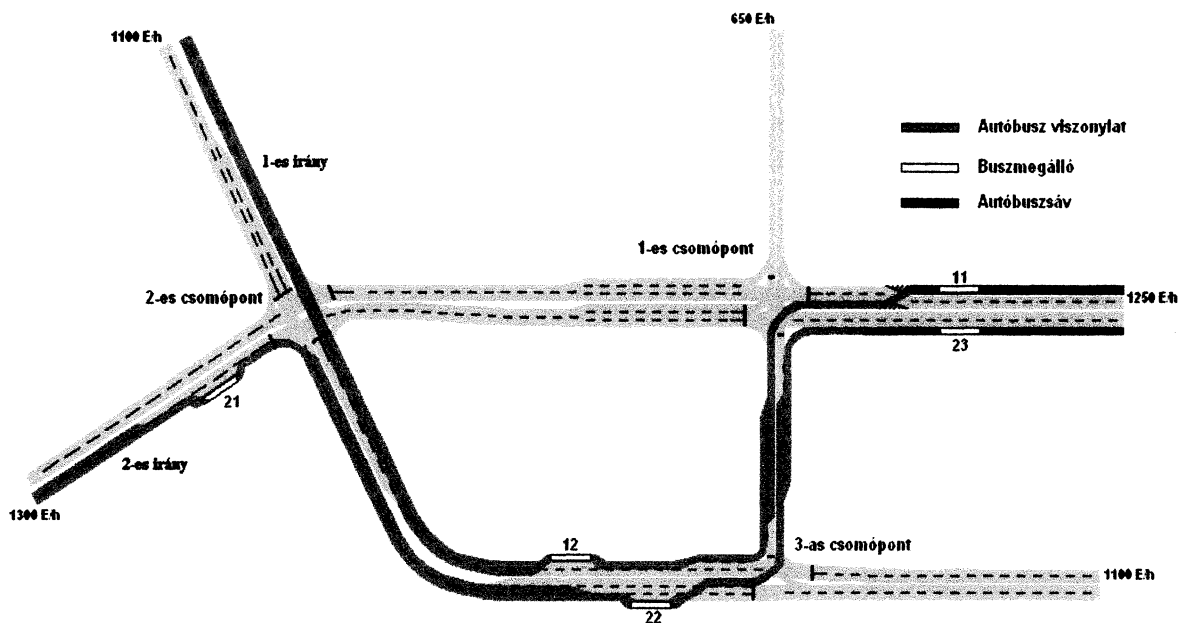
- Passzív elsőbbség: a tömegközlekedési eszközök előnyben részesítése a járművek érzékelése nélkül valósul meg.
- Aktív elsőbbség: a csomóponti jelzéstervek módosításra kerülnek a tömegközlekedés előnyének biztosításához, az érkező járművek érzékelésekor.

Az előnybiztosító rendszerek kiépítése előtt minden esetben célszerű a lehetséges stratégiákat, megoldásokat különböző, előzetes értékelésre alkalmas módszerek segítségével összehasonlítani, ennek egyik lehetséges módja a szimulációs modellek segítségével történő hatáselemzés. A modell felépítése során a különböző tervváltozatok elemzését mikroszkopikus szimulációs szoftver segítségével végeztem el, melyek lényege, hogy segítségével az összes jármű mozgása egymástól

független módon szimulálható és minden egyes jármű viselkedése folyamatosan modellezhető a szimuláció időtartama alatt, ezáltal előrebecsülhető a hálózat teljesítőképessége különböző intézkedések végrehajtása esetén.

A modell vizsgálata során a helyi és folyópályán alkalmazott, aktív illetve passzív megoldások forgalomlefolyásra gyakorolt hatásait elemeztem egy fiktív hálózaton, különböző forgalomnagyságok mellett. A hangsúlyt a tömegközlekedés, ezen belül az autóbusz közlekedés előnyben részesítésének helyi, csomópontoknál alkalmazott megoldásaira helyeztem. Elsődleges szempontként az autóbusz utazási idők változását vizsgáltam, másodsorban pedig az egyéni közlekedésre gyakorolt hatásokat (csomóponti áthaladási idő, sorhossz) elemeztem. A vizsgálatokat nyolc különböző forgalomnagyság mellett végeztem el, amelyeket a kiinduló forgalomnagyság százalékában adtam meg (70%-tól 140%-ig terjedő intervallumba eső értékekkel, 10%-os lépcsőket alkalmazva futattam a szimulációkat). A paraméterek végleges értékei (adott forgalomnagyság mellett) öt futtatás átlagaként alakultak ki. A hálózaton egyetlen autóbusz viszonylat haladt végig, az autóbuszok követési ideje öt perc volt.

A modell-hálózat felépítése:



1. ábra. A modell-hálózat felépítése

A modellezés során a következő megoldások forgalomlefolyásra gyakorolt hatásait vizsgáltam:

1. 21-es megállóból való kihaladás illetve a csomóponton való áthaladás segítése passzív megoldások alkalmazásával.

1.1 Megállóhely áthelyezés.

1.2 Hátrahúzott stopvonal.

2. Busszáv megszűnésénél jelentkező problémák kezelése az 1-es csomópont előtt.

2.1 Hátrahúzott stopvonal.

2.2 Busszsilip alkalmazása.

3. Aktív megoldások alkalmazása az 1-es irányba közlekedő autóbuszok 2-es csomóponton való

áthaladásának elősegítése céljából (Ennél a megoldásnál azt is vizsgáltam, hogy a keresztező irányból (2-es útvonalon) volt-e autóbusz bejelentkezés, ha a volt, akkor nem alkalmaztam előnyben részesítést).

3.1 Fázisnyújtás kompenzációval.

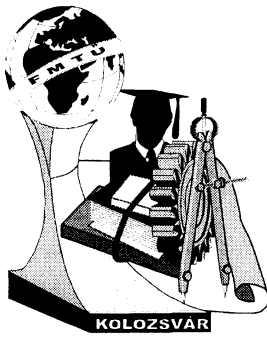
3.2 Fázisnyújtás, fázissorrend átrendezés kompenzáció alkalmazásával.

Az első két pontban ismertetett előnyben részesítési módszerek hatásainak elemzése után mindkét esetben kiválasztottam, az adott helyszíni körülményekhez leginkább illeszkedő, a nagyobb utazási időmegtakarítást eredményező megoldást. Az első esetben a megállóhely áthelyezés, a második esetben pedig a buszszilip alkalmazása bizonyult hatékonyabbnak. A harmadik pontban leírt módszerek hatásait ezen két megoldás segítségével átépített hálózaton elemeztem.

3. Elért eredmények

Az 1-es irányban kiépített előnyben részesítő megoldásoknak köszönhetően a hálózatott töltött idő az eredeti érték 70%-ára, az egész vonalra vonatkozó veszteségidő pedig a kiinduló érték 21 %-ára csökkent. Mindezekon túl, talán a legfontosabb eredmény az, hogy ezen a vonalon a hálózaton töltött idő várható értékének szórása 92 %-kal csökkent, ami lehetővé teszi a járművek pontosságának, menetrendszerűségének jelentős fokozását, köszönhetően annak, hogy a tömegközlekedési eszközök menetideje gyakorlatilag nem függ a forgalomnagyságtól. A 2-es útvonalon mindössze egyetlen passzív megoldást alkalmaztam, aminek következtében ezen a vonalon nem tapasztalható olyan jelentős előrelépés. A 2-es irányba közlekedő autóbuszok átlagos hálózaton töltött ideje, illetve ennek szórása mindössze 9%-kal, csökkent a kiinduló értékekhez viszonyítva. A teljes vonalra vonatkozó veszteségidő pedig 28%-kal mérséklődött. Az egyéni közlekedésre gyakorolt hatások összefoglalásaként kijelenthető, hogy az alkalmazott megoldások gyakorlatilag nem voltak hatással az egyéni közlekedés vizsgált paramétereire. Az általam vizsgált hálózat ugyan fiktív volt, azonban ezek a módszerek a helyszíni jellemzők figyelembevételével valós helyszíneken is alkalmazhatók. Az alkalmazott logikákban nem kell lényeges változtatásokat eszközölni, annak érdekében, hogy ezek egy tényleges csomópontnál, autóbusszáv megszűnésénél működjenek, az adott kereszteződésre érvényes fázis idő tervek figyelembevételével, megfelelő bejelentkező rendszer kiépítése mellett. A modell vizsgálata alapján elmondható, hogy a tömegközlekedési eszközök csomópontoknál történő előnyben részesítése céljából alkalmazott megoldások jelentős hatást gyakorolnak a tömegközlekedés szolgáltatási színvonalára, illetve segítségükkel a tömegközlekedés előnyben részesítését az egyéni közlekedés akadályoztatása nélkül lehet megvalósítani.

Schvanner Norbert Ph. D hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (1111 Bp., Bertalan Lajos utca 2)
Tel: 06-1-463-1926
E-mail: schvanner@kku.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

FELÜLETMÓDOSÍTÁSI ELJÁRÁSOK HATÁSA ACÉLOK KOPÁSÁLLÓSÁGÁRA

Sebestyén Anita, Nagyné Halász Erzsébet, Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő

Abstract

Spare parts exposed to heavy duty use demand steel to meet the requirements of having hard, wear tested surface and at the same time to resist dynamic recourse. This requirement can be realized with creating a hard, wear tested coat on the surface of the tough core. Such hard surface layer can be produced in many ways, eg. surface hardening or surface alloying heating.

Although the traditional methods of surface altering (eg. paintcoat formation, oxidation, fire enamelling, electrochemical detachment, cementation, tempering, etc.) are useful on many fields, they are not or only partly applicable for many consuming aims. Besides they often involve environment pollution and are charged with the problems of placement poiseness secondary-product. At the same time modern surface modifying procedures usually are material and energy saving, environment friendly besides being regulable, reproducible, so to say easily handled and so used for new fields as well.

The altering of surface characteristics can be reached by detachment of new layer, layer growing, modification of surface of block material, occasionally by using both above, or modern surface altering procedures.

Összefoglalás

A megtervezett tulajdonságú felületek kialakításával kapcsolatos eljárások gyors fejlődése következtében tanúi lehettünk az anyagtudomány egy új fejezete, nevezetesen a műszaki felülettudomány kialakulásának. Az alkalmazott korszerű felületmódosítási eljárások során leggyakrabban különféle elektronikai célú, optikai, korrózióálló, keménység- és kopásállóság-növelő, hőszigetelő, dekoratív, stb. bevonatok, vagy vékonyrétegek hatékony kialakítása a cél.

Bár a felületmódosítás hagyományos módszerei (pl.: festékbevonat-kialakítás, eloxálás, tűzi zománcozás, elektrokémiai fémleválasztás, cementálás+edzés, stb.) sok területen hasznosak, azonban számos új felhasználási célra nem, vagy csak korlátozottan alkalmazhatók. Ezen kívül gyakran károsanyag-kibocsátással járnak és mérgező melléktermék-elhelyezési problémákkal terheltek. A korszerű felületmódosítási eljárások ugyanakkor – mindamelllett hogy pontosan szabályozhatók, reprodukálhatók, vagyis jól kézben tarthatók és ezért széles körben alkalmazhatók – általában anyag- és energiatakarékosak, valamint környezet kímélők is.

Bevezetés

Igen sok gépalkatrész igénybevétele olyan követelményt támaszt az acéllal szemben, hogy felülete kemény, kopásálló legyen és ugyanakkor dinamikus igénybevételnek is ellenálljon. Ez a követelmény úgy valósítható meg, hogy a szívós magú acél felületén kemény, kopásálló réteget hozunk létre. Ilyen kemény felületi réteg többféleképpen állítható elő, pl.:

- felületi edzéssel és
- felületötvöző hőkezeléssel.

A felületi tulajdonságok módosítása [1—9] elérhető:

- új réteg leválasztásával, rétegnövesztéssel vagy
- tömbi anyag felületének módosításával,
- esetenként a kettő együttes alkalmazásával és
- korszerű felületmódosítási eljárásokkal.

1. Hagyományos felületkezelési eljárások

1.1. Felületi edzés

Felületi edzés során az edzhető acél felületi rétegét igen intenzív, gyors melegítéssel ausztenitesítjük, majd gyorsan hűtjük rendszerint kihasználva a kezelt darab saját hőelvonó képességét. A gyors hűtés hatására az ausztenitesített felületi réteg edződik, kemény martenzites szövetű lesz, míg a fel nem melegedett mag a felületi edzést megelőző hőkezeléssel (nemesítéssel) beállított szövetszerkezetnek megfelelően szívós marad. A hevítés hőforrásától függően lángedzés, indukciós (nagyfrekvenciás) edzés lézeres és elektronsugaras edzés különböztethető meg. Mindegyik felületi edzési mód, de különösen az indukciós és a lézeres edzés, nagyon termelékeny.

Például az indukciós felületi edzés célja gépelemek vagy szerszámok felületi keménységének és ezáltal a kopásállóságnak, kifáradási határának növelése úgy, hogy a magjuk szívós maradjon. Az acél felületi rétegének igen nagy sebességű felhevítése jellemzi az eljárást. A hevítés hatásos módja, hogy a bevezetett energia magában a munkadarabban alakul át hővé. A keresztmetszet mentén egyenlőtlen felhevítés nagyfrekvenciás árammal érhető el. Az áram frekvenciájának növekedésével a kéreg áramsűrűsége egyre inkább meghaladja a mag áramsűrűségét. A felületi edzéshez használatos áram frekvenciája 0,01÷5 MHz, amivel elérhető, hogy a felhevített kéreg vastagsága akár 1 mm alatti is lehet. A felületi edzéskor általában nem közvetlenül a darabba vezetik be az elektromos áramot, hanem induktorral nagyfrekvenciás váltakozó mágneses mezőt hoznak létre, amelybe elhelyezett elektromosan vezető anyagú munkadarabban örvényáram keltődik, és az elektromos ellenálláson hővé alakul.

1.2. Termokémiai felületkezelések

A felületi kéreg vegyi összetételének célszerű változtatásával a munkadarab valamely igénybevétellel

szembeni ellenállása javítható. A felületötvöző hőkezelés során a munkadarabot olyan szilárd, folyékony vagy gáznemű közegbe helyezik el, amely nagy koncentrációban tartalmazza az ötvöző elemet. A közeg és a munkadarab felülete közötti nagy ötvözőtartalom-különbség hatására a felületen adszorbeálódott ötvözőelem bediffundál a kéregbe. A diffúzió feltételei javulnak a hőmérséklet növelésével, de ennek határt szab, egyrészt a felület oxidációja, másrészt a mag hőkezeléssel elért kedvező tulajdonságainak romlása, szemcseméretének eldurvulása.

A felületi réteg keménységének növelését célozza a karbon diffúziójával végzett cementálás, a nitrogénötvözést eredményező nitridálás, valamint a bört a felületi rétegbe juttató boridálás.

A legszélesebb körben alkalmazott felületötvöző hőkezelés a cementálás, amelynek során a kis karbontartalmú acél kérgébe karbon diffundál. Ezt követően a cementált darabot megedzik. A cementálást és az ezt követő edzést együttesen alkalmazó hőkezelés a betétedzés.

A cementálás során - a szilárd, folyékony vagy gáznemű cementáló közegből - a karbon az acél felületén adszorbeálódik, ha a réteg karbonoldóképessége nagyobb, mint a tényleges karbontartalma. A karbonban feldúsult, vékony felületi rétegből a karbon a koncentráció-különbség hatására egyre mélyebbre is diffundál.

Nitridáláskor az acél vékony felületi rétegébe nitrogén, karbonitridáláskor ezzel egyidejűleg karbon is diffundál. A nitrogén a vassal és/vagy az acél egyes ötvözőivel nitrid vegyületeket alkot. A nitrideket, karbidokat és karbonitrideket tartalmazó kéreg kemény, az acél ötvözőinek függvényében HV 250...1000 keménységű. A nagy keménységnek köszönhetően a felület kopásálló, kifáradással szembeni ellenállása jó, sőt a nitridált kéreg a korrózióval szemben is ellenállóbb.

Boridálás során bört leadó szilárd, folyékony vagy gáznemű közegből a bór az acél kérgébe diffundál. A boridálás hőmérsékletét alulról a bórleadó közeg bomlási hőmérséklete, felülről az acél szemcsedurvulási hőmérséklete korlátozza. A folyadék közeget, bóraxfürdőt alkalmazó boridáláskor gyakran elektrolízissel is gyorsítják a bór diffúzióját.

2. Korszerű felületkezelési eljárások

2.1. PVD

A PVD (Fizikai gőzfázisú leválasztás) eljárás során a szilárd forrásanyagot párologtatással vagy porlasztással alkotóira bontva a gőztérbe viszik, és leválasztják a bevonni kívánt munkadarabra (szubsztrátumra).

A PVD módszerek közül a vákuumpárologtatás (vákuumgőzölés) a legelterjedtebb rétegnövesztési módszer. A forrásanyagot vákuumtérben olyan hőmérsékletre melegítik, melyen annak gőznyomása eléri kb. 10^{-2} mbar-t. A forrás kívánt hőmérsékletét ellenállásfűtéssel vagy elektronsugaras fűtéssel állítják be. (Az előbbi esetben W (Mo, Ta) szárlól, az utóbbiban alkalmasan választott anyagú tégelyből párologtatnak). A vákuumtérben keletkezett, nagy szabad úthosszal rendelkező részecskék (atomok vagy klaszterek) a szubsztrátum (hordozó) felületére csapódnak és ott kondenzálódnak. A módszer egykomponensű rendszerek, pl. fémrétegek növesztésére alkalmazható előnyösen.

Többalkotós rétegek, pl. oxidok, halogenidek, vegyület-félvezetők rétegeinek előállítására, a rétegösszetétel reprodukálására kevésbé alkalmas.

Új lézersugaras energiaközlés, az ún. lézerablációs párologtatás (laser ablation PVD, LAPVD), amelynél a forrást nagy energiasűrűségű lézerimpulzussal pillanatszerűen elpárologtatják, és az gyakorlatilag változatlan összetétellel megy át a rétegbe. Így kedvezően növeszthetők pl. sokalkotós, nagy hőmérsékletű szupravezető rétegek, stb.

A vákuumpárologtatott rétegek szerkezetüket tekintve döntően polikristályosak. Igen tiszta körülmények és fűtött hordozó esetén azonban egykristályos, a hordozóval azonos orientációjú, ún. epitaxiás rétegek is növeszthetők. Az MBE (Molekulasugaras epitaxiás rétegnövesztés) a vákuumpárologtatás viszonylag új, pontosan szabályozott, számítógéppel vezérelt módszere, amellyel reprodukálható módon növeszthetők atomsoronként változó összetételű rétegek. Mindehhez elengedhetetlen a „környezet” tisztasága, ezért a növesztő berendezés ún. háttérnyomását 10^{-10} mbar körüli értékre kell csökkenteni. Ez különleges szerkezeti anyagokból felépített, turbomolekuláris, titánion-, vagy krioszivattyúkkal ellátott, hűtött falú rendszerekben érhető el.

Porlasztásos módszerek közös jellemzője az, hogy a szilárd halmazállapotú forrásanyagot (target) általában inert gáz-ionokkal, leggyakrabban Ar^+ ionokkal bombázzák, amelyeket kisnyomású ún. hideg-plazmából nyernek. A targetanyagok leporlasztott atomjai — a vákuumtérén át — a hordozó (szubsztrátum) felületére jutva építik fel a réteget. Különböző nitridek, pl. TiN , Si_3N_4 rétegeinek előállítása céljából, Ar-N_2 gázelegy felhasználásával, ún. reaktív porlasztást alkalmaznak. TiN -réteg növesztése esetén döntően az Ar^+ végzi a Ti porlasztását, és a hordozó felületére jutó Ti ott reagál a plazmában ionizált, gerjesztett, vagy atomos állapotú nitrogénnel.

Porlasztással leválasztottak pl. nagy törésmutatójú, kopásálló, a hordozón jól tapadó CeO_2 , TiO_2 és ZrO_2 optikai bevonatokat is, magnetronos porlasztással pedig tömör, optikai multirétegeket.

2.2. Ionos bevonatolás

Az ionos bevonatolás során valamilyen munkagázzal, pl. argonnal, vagy nitridek növesztésekor nitrogénnel, DC plazmát hoznak létre. A forrásanyag gőzét termikus vagy elektronsugaras párologtatással, ionporlasztással, stb. ebbe a plazmatérbe juttatják, amelynek egy hányada ott szintén ionizálódik. A bevonásra szánt munkadarabot negatív potenciálra kapcsolva, — a katódtér közelében létrejövő feszültségesés hatására — a pozitív ionok a felületbe csapódnak és abba behatolnak.

Az ionsugárral aktivált leválasztás (IBAD) során a szubsztrátumot a réteg növekedése közben ionokkal bombázzák. Ez a módszer abban különbözik az előbb ismertetett ionos bevonatolástól, hogy a rétegnövesztést segítő nagy energiájú ionok nem plazmából származnak, hanem egy (vagy több) szabályozott áramú ionforrásból. Ezáltal a réteget építő egyetlen atomra vagy molekulára jutó ionenergia pontosan beállítható.

2.3. CVD

A kémiai gőzfázisú leválasztásos (CVD) módszerek alkalmazása során illékony, gőzfázisba, ill. gázfázisba vitt anyagokból valamilyen kémiai reakcióval választják le a hordozó felületére a rétegépítő anyagot. A termikus CVD során a hordozót fűtik, a gázokat a gáztérben lejátszódó reakciók elkerülése céljából általában hidegen tartják. A fűtést gyakran RF (rádiófrekvenciás) hevítéssel oldják meg. Célszerű a leválasztást viszonylag nagy gázáramlási sebességgel végezni abból a szempontból, hogy a diffúziós határréteg vékony legyen, és így gyorsan pótlódjon a felületen reakcióba vitt anyag. Ugyanakkor célszerű a lamináris gázáramlási tartományban maradni.

A plazmával aktivált kémiai gőzfázisú leválasztási módszerek során a reakciót kisnyomású (nemegeyensúlyi) plazmával aktiválják. A lézersugárral aktivált vagy elősegített kémiai gőzfázisú leválasztás (laser assisted CVD) során rétegépítő (fém, kerámia, félvezető, szupravezető) anyag prekursorát lézersugárral bontják. A prekursorok általában illékony hidridek, halogenidek, karbonilok, alkilok, alkoholátok és más vegyületek, illetve gyakran ezek elegyei. A bomlási folyamat pirolitikus vagy fotolitikus lehet.

2.4. Felületszórás

A termikus szórás (thermal spray) nem gázfázisból történő leválasztási módszer. Az elnevezés egy módszercládot jelöl, amelynek tagjaira az jellemző, hogy az anyag (fém, kerámia, fém-kerámia azaz ún. cermet anyagok, egyes polimerek) porszemcséit az olvadáspont közelébe, vagy afölé hevítik, valamilyen módon felgyorsítják, és a megolvadt cseppeket, vagy a majdnem megolvadt szemcséket a bevonandó felületre irányítják. Ütközéskor ezek foltokban elterülnek, átlapolódnak és bevonatot alkotnak.

A lángszórás fémes és nem fémes anyagok felületi réteggel való bevonására használható. A szórásra használt anyagot (mely lehet: huzal, por) az acetilén - oxigén láng megolvasztja, majd az sűrített levegővel vagy más gázzal az előkészített munkadarab felületére sodródik. A felszört réteg állhat pl. horganyból, alumíniumból, rézből vagy krómnikkel acélból. Az acetilén-oxigén láng nagy hőmérséklete lehetővé teszi azt is, hogy a nagy olvadáspontú anyagok (mint pl. a molibdén) is szórhatók legyenek. A lánggal szört rétegek a technika valamennyi területén jól beváltak, pl.: kopásvédő vagy korrózióvédő rétegekként, gépelemek javításához.

2.5. Ionimplantáció

Ionimplantáció esetén a gyorsított ionok kölcsönhatása szilárd anyagokkal nagyon összetett, több elemi lépésből álló folyamat. A kölcsönhatás során fellépő főbb primer folyamatok a következők: behatolás, ütközés, atomelmozdulás, hibahelyek (vakanciák) és gyökök képződése, részecske-visszaverődés, rezgési és elektrongerjesztések, ionok és szabad elektronok képződése, stb. Az ezt követő ún. relaxációs szakaszban olyan folyamatok játszódnak le, mint pl.: részecske-emisszió,

atomkeverés, diffúzió, szegregáció, amorfizálódás, kristályosodás, fázisátalakulás, és különféle kémiai reakciók.

Az ionsugaras felületmódosítás jellegzetességei, hogy nagy a felületi rétegben deponált energiasűrűség, és lehetőség van nagy térbeli felbontású kezelésekre úgy mélységben, mint oldalirányban. A kezeléseket nagy vákuumú berendezésben, célszerűen nagy ionáramú, elektronütközéses vagy plazmás ionforrással végzik, leggyakrabban nemesgáz (Ar^+) ionokat alkalmazva. A plazmás felületmódosítás széles körben alkalmazott eljárás, amelynek során a plazmában keletkező pozitív és negatív ionok, gyökök, gerjesztett részecskék, elektronok, fotonok hatnak kölcsön a szilárdtestek felületével.

2.6. Lézeres technológiák

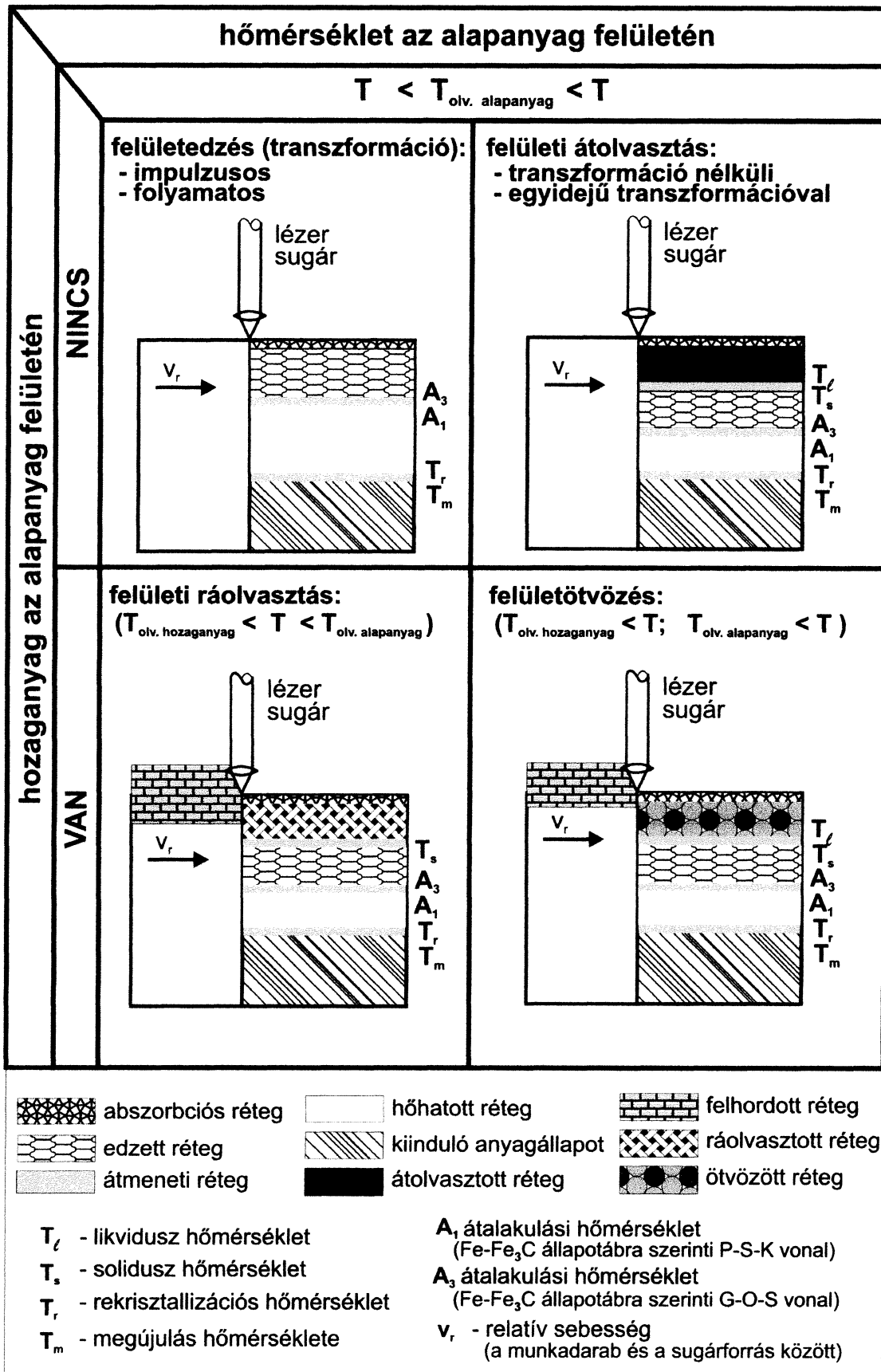
A lézeres felületi átolvasztás (laser glazing) során lézerrel megolvasztják az anyag (pl. rézötvözet) felületi rétegét, amely ezt követően gyorsan lehűlve újra megszilárdul. Eközben az összetétel nem változik. Megváltozhat viszont a felületi réteg szerkezete, pl. fém esetén amorf (üvegfém), vagy mikrokristályos felületi fázis képződhet, ami javíthatja a felület kopás-, vagy korrózióállóságát, vagy csökkentheti a kifáradási hajlamát.

A lézeres felületedzés (laser surface hardening) során az anyag felületét lézerrel kezelik oly módon, hogy az ne olvadjon meg, ugyanakkor a hőhatásra a felületi rétegben, pl. vasötvözet esetén, martenzites szerkezet alakuljon ki. Ennek hatására megnő a felületi réteg kopásállósága és csökken a kifáradási hajlama.

A lézeres felületi ötvözés (laser surface alloying) során célszerűen megválasztott összetételű porral vagy vékonyréteggel fedett szubsztátumot kezelik. Ennek hatására megolvad a por (vagy vékonyréteg), valamint a szubsztátum felületi rétege is, felületi ötvözetréteg képződését eredményezve. A felületi ötvözetréteg előnyös, a többitől eltérő fizikai, kémiai, illetve mechanikai tulajdonságokkal rendelkezhet.

A lézeres felületi bevonatolás, vagy ráolvasztás, vagy felrakás (laser surface cladding) hasonlít a lézeres felületi ötvözésre. A különbség az, hogy úgy végzik az eljárást, hogy a szubsztárumból minél kevesebb olvadjon meg, tehát az minél kevésbé hígítsa a kialakuló bevonatot.

Az 1. ábra az említett négy lézeres felülettechnológia acélra vonatkozó hatásait szemlélteti.



1. ábra. Lézeres felülettechnológiák és hatásuk (acélok esetében)

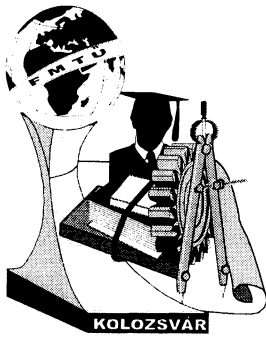
Összefoglalás

A felületkezelési eljárások (surface engineering) leggyakrabban a kopás- és a korrózióállóság javítását célozzák, rendszerint kellő szívósságúra hőkezelt alkatrész avagy szerszám felületén. Egyre inkább teret nyernek azok a korszerű eljárások, amelyek pontosan (számítógéppel is) szabályozhatók, nagyon jól irányíthatók (csak azt a részt kezeljük, amit kell) és a környezetet sem terhelik. Ezek közé tartoznak a vákuumtérben dolgozó gőzfázisú illetve implantációs módszerek, valamint a lézeres avagy lézerrel segített kezelések. Ez utóbbiak esetében még vannak kiaknázatlan lehetőségek, amit jól kifejez a már szállóigévé vált mondás: „a lézer egy megoldás, ami keresi a problémát.”

Irodalomjegyzék:

- [1] Bertóti Imre – Marosi György – Tóth András (szerk.), *Műszaki felülettudomány és orvosbiológiai alkalmazásai*. B+V Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 2003
- [2] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő – Kovács Tünde: *Alakító szerszámacélok károsodásállóságának javítása felületkezeléssel*. Műszaki Tudományos Füzetek, FMTÜ 2006. EME, Kolozsvár
- [3] Dr. Bagyinszki Gyula: *Gyártásismeret és technológia*. BMF BGK, Budapest, 2004
- [4] Dr. Szombatfalvy Árpád: *A hőkezelés technológiája*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985
- [5] Bitay Enikő: *Acélok lézeres felületkezelése és modellezése*. EME, Kolozsvár, 2006
- [6] http://www.lindegas.hu/international/web/lg/hu/likelghu.nsf/docbyalias/ind_mv_auto8
- [7] <http://www.ameritherm.com/appnotes.html>
- [8] Bagyinszki Gyula – Réti Tamás – Kálazi Zoltán – Felde Imre – Yue Sun – Tom Bell: *Duplex surface treatment of a 40CrMnMo7 steel based on the combination of plasma nitriding and laser hardening*. 14th International Conference on Surface Modification Technologies, 11-13 September, Paris, 2000
- [9] Bitay Enikő: *Lézeresen kezelt felületek kopásállóvizsgálata*. Műszaki Tudományos Füzetek, FMTÜ, EME, Kolozsvár, 2001

Sebestyén Anita, főiskolai hallgató
Nagyné Halász Erzsébet, főiskolai adjunktus
Dr. Bagyinszki Gyula, főiskolai tanár
 BMF, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai
 Mérnöki Kar, Anyag és Alakítástechnológiai
 Szakcsoport, Budapest 1081 Népszínház u. 8.
 tel: (+36-1) 666-5304; fax: +36-(06)-1-666-5494
 bagyinszki.gyula@bgk.bmf.hu;
Dr. Bitay Enikő, tudományos főkutató
 EME-Kutatóintézet



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

KORSZERŰ LEVÁLASZTÓ ANYAGOK A NYOMÁSOS ÖNTÉSZETBEN

Svidró Péter

Abstract

Nowadays foundries, also high pressure die casting aluminium foundries has a big press on them, to increase the production together with reducing the costs and meet environmental requirements. Castings become lighter, more and more complex while customers wants better or the best surface quality, and the possibility of finishing – eg. painting, coating, etc. without any problem. This is why the usage of lubricants and parting agents are necessary, what leads growing research in the market for materials and different techniques. There are well known and widely used techniques – like water and wax based parting systems. As technical development is running – new materials and processes appearing. Nowadays nanotechnology makes possible to dig into the deep of the world of atoms, and to change the structures of different materials in nanometer dimension. There are several expectations for coatings, such as mechanical strength, resistance against minerals, lubricants, etc.. With coatings based on chemical nanotechnology it is possible to change these specific properties. In the future of the parting agents evolution, nanotechnology can be a very new path to create customer or process specialized materials, what will bring new benefits in the production.

Összefoglalás

Napjainkban az öntődék, különösképpen a nyomásos öntődék egyik legnagyobb feladata, hogy úgy tudják növelni termelésüket – ezáltal forgalmukat – hogy az öntvény minőségi szintjét tartva csökkentsék gyártási költségeiket ill. megfeleljenek a környezetvédelmi előírásoknak. Az öntvények egyre kisebb falvastagságúak és egyre komplexebbek lesznek miközben a megrendelő egyre jobb felületi minőséget követel, és a lehetőségét a hibamentes utólagos felületkezelésnek pl.: festés, bevonatolás, stb. Tehát a leválasztó anyagok használata fontos kérdés a nyomásos öntészetben – ami kutatás és fejlesztés szempontjából ösztönzőleg hat a piacra is. Természetesen már vannak jól bevált leválasztó rendszerek, de ahogy a technológiai fejlődés halad egyre jobban előre – új technológiák és új lehetőségek tárulkoznak fel előttünk. Manapság a nanotechnológia teszi lehetővé, hogy az anyagok atomi mélységében vizsgálódjunk és dolgozzunk, hogy megváltoztassuk az anyagok különböző tulajdonságait nanométeres tartományban. A leválasztó anyagokkal szemben számos feltételt támasztunk mint pl. környezetvédelmi szempontok, mechanikai tulajdonságok, különböző kémiai anyagokkal szemben való ellenállás. A nanotechnológia segítségével létrehozott leválasztó anyag ezen tulajdonságait lehetőségeink szerint megváltoztathatjuk, így a leválasztó anyagok fejlődésének jövőjében a nanotechnológia egy teljesen új utat nyit meg számunkra, lehetővé téve, hogy technológia vagy felhasználó specifikus anyagokat hozzunk létre. Ezek helyes alkalmazása számtalan előnyt hozhat a gyártótevékenység során.

1. Bevezetés

Előadásomban a nyomásos öntészetben alkalmazott leválasztó anyag rendszerekkel foglalkozom. Azért választottam a nyomásos öntészet területét, mert a Magyarországi öntvény termelés jelentős részét az alumínium öntészet teszi ki; az autóiipari cégeknek beszállító vállalkozásoknál jellemző technológia a nyomásos öntészet. Mivel az autógyártás egy folyamatosan fejlődő iparág, kényszerűen „húzza” magával a hozzá kapcsolódó technológiákat – így az öntvénygyártásra, a nyomásos

öntészetben fejlődő technológiákra, anyagokra is hatással van. Ez fejlesztéseket kíván a segédanyagok gyártóitól is, hogy képesek legyenek piaci helyzetük megtartására.

2. Leválasztó anyagokkal szemben támasztott követelmények

Követelmények az öntőkamra és az öntődugattyú esetében :

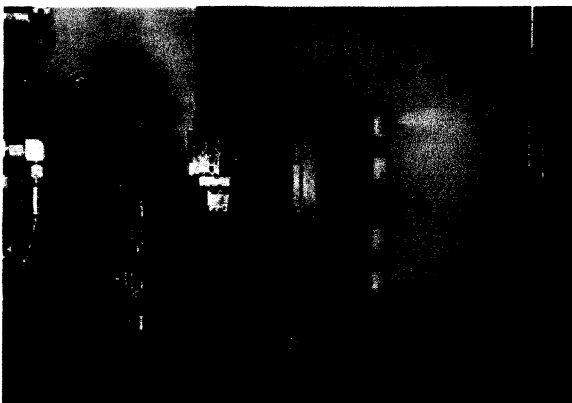
- súrlódás csökkentő filmréteget kell hogy képezzen a kamra és a dugattyú ill. ezen alkatrészek és a folyékony fém között

Követelmények az öntőszerszám esetében :

- filmréteg képzése a szerszám egész felületén egységesen – a mozgó részeken is, hogy megakadályozza a feltapadást; egyes esetekben hogy lehűtse a szerszámot. [2]

3. Leválasztó anyag rendszerek napjainkban

Napjainkban különböző, jól bevált leválasztó anyag rendszerek működnek az üzemekben jellemzően víz vagy viasz bázisú anyagokkal. A vízbázisú rendszer esetében a víz mint hordozó közeg van jelen, a leválasztó anyag réteg kialakítása a felületen tulajdonképpen a víz elpárolgatásával alakul ki. Mivel az öntő szerszám magas hőmérsékleten üzemel, a víz elpárolgatása a felületén egy hatalmas hő sokkot jelent, ami hosszú távon a szerszám élettartam jelentős rövidülését jelenti. A leválasztó anyag réteg képződése akkor lenne ideális, ha csak pont annyi vizet párologtatnánk el, ami a homogén filmréteg képződéséhez szükséges – így nem hűtenénk túl feleslegesen a szerszám felületét. Tulajdonképpen ez a vízbázisú leválasztó anyag rendszerek egyik leggyengébb pontja : a szerszámhőmérséklettől függően az ún. nedvesítési határt túllépve felléphet egy olyan eset, hogy ezen a magas hőmérsékleten már nem képes összefüggő bevonat réteg képződni a szerszám felületén és a leválasztó anyag egyszerűen elpárolg. Ez az ún. "leidenfrost" jelenség. [2]



1. ábra. "leidenfrost" jelenség 336 °C-on



2. ábra. "leidenfrost" jelenség 231 °C-on

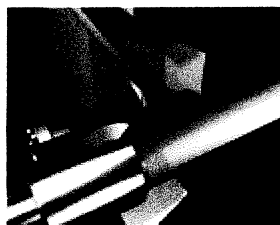
Az adagolandó leválasztó anyag mennyiségét vagy az öntőkamra és az öntődugattyú méreteihez viszonyítva adjuk meg, vagy az öntvény tömegéhez számoljuk ki a mennyiségét. Az általános gyakorlat szerint a kamrába jutó olvad fém mindem kg-ja után 0,6 g szilárd leválasztó anyagot kell

kalkulálnunk. Ezzel szemben, ha egy 90 mm átmérőjű öntődugattyút veszünk, annak tökéleteshez közeli kenéséhez minimum 0,8 g leválasztó anyagot kell bejuttatnunk lövésenként.

Így könnyen belátható, hogy az optimális leválasztó anyag mennyiség beállítása nem könnyű feladat, sőt, néha az elméleti számok ellentmondásának köszönhetően csak kísérletezéssel lehet beállítani a kívánt paramétereket. Ez természetesen selejtszám növekedést okoz, ráadásul nem rugalmas – mivel az üzemszerű használat során mind az öntődugattyú, mind az öntőszerszám is kopik; ill. új szerszám felhelyezése esetén az eltérő öntvény miatt ismét csak kísérletezéssel állítható be az új leválasztó anyag mennyiség.

4. A HA Trennsol Technológia

Ebben az új eljárásban a Hüttenes Albertus szakít a hagyományos víz hordozóanyaggal, illetve maga a leválasztó pellet nano-részecskéket tartalmaz. A leválasztó anyag fizikai tulajdonságai a fellépő hő hatására változnak meg. Egy adagoló készülék a leválasztó anyagot gőz formájában juttatja az öntőkamrán keresztül a zárt öntőszerszámba, ahol a hőmérsékletkülönbségekből adódóan a szerszám felületén kondenzálódik, így alkotva egységes védőréteget mind az öntőkamra, az öntődugattyú és a szerszám felületén. Az elgőzöltető berendezés állandó gőzt képez a leválasztó anyagból (4), ez pedig az öntőkamrán át (3) a zárt szerszámba jut (5), minden egyes lövés előtt (6).



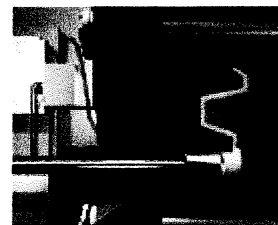
3. ábra.



4. ábra.



5. ábra.



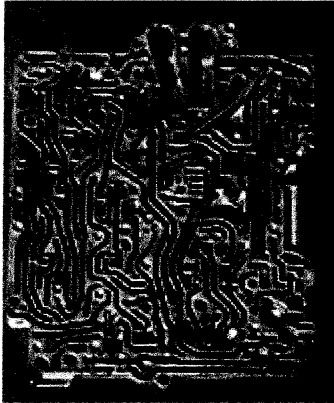
6. ábra.

Különbségek és előnyök :

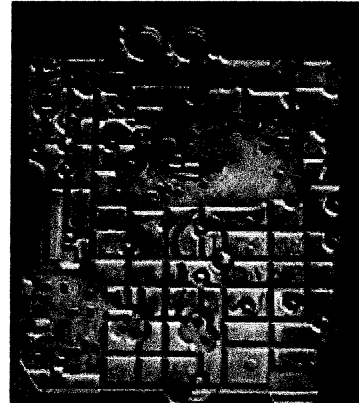
Ez a rendszer képes kiküszöbölni a vízbázisú rendszerek főbb hibáit. A vízbázisú leválasztó anyag rendszerekkel szembeni előnyök:

- megelőzi a lokális felkeményedést a szerszámon;
- csökkenti a gép közvetlen környezetében keletkező károsanyag-kibocsátást;
- kisebb a gép rozsdásodása;
- hosszabb szerszámélettartam;
- a vízgőz okozta termikus sokk hiányában emiatt nem keletkezik feszültség az öntőszerszámban;
- kevesebb leválasztó anyag felhasználás;
- öntvény felületi minőségének javulása;
- problémamentes felületkezelés (pl. festés, stb.). [1]

A komplex felületű, bonyolult geometriájú öntvények (7,8) gyártása könnyebbé válik.



7. ábra.



8. ábra.

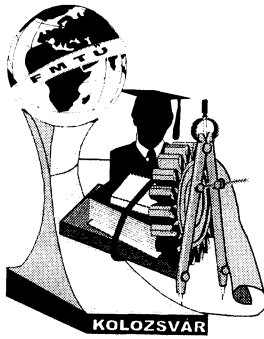
5. Következtetések / Összefoglaló

Ahhoz, hogy a már meglévő ill. a bevezetendő technológiánkat hatékonyan és jól tudjuk alkalmazni, a gyártás-közbeni paraméterek pontos ismerete és megfelelő beállítása elengedhetetlen az üzemben. Az új leválasztó/bevonó anyagok már rendelkezésünkre állnak és ha megértjük működésüket, használatukkal bebizonyosodhat, hogy ezek alkalmazása profitálható eredményt produkálhat mind gazdasági, környezetvédelmi, munkavédelmi, egészségügyi szempontból és a termelés hatékonyságának fokozásában.

Irodalom

- [1] Helmut Bednareck : *Verschleißminderung an Druckgussformen und deutliche Steigerung der Lebensdauer*, Hüttenes Albertus, Düsseldorf, 2003.
- [2] Dr. Dúl Jenő: *Nyomásoos öntés technológiája oktatási segédlet*, Miskolci Egyetem Öntészeti Tanszék, Miskolc, 2003.

Svidró Péter doktorandus
 Munkahely: TP Technoplus Kft.
 Cím: 1037, Magyarország, Budapest, Bécsi Út, 267
 Telefon / Fax: +36-1-240-67-60 / +36-1-240-67-61
 E-mail: tpsvidro@hu.inter.net



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

GONDOLATOK A LIFTTEL ÉS PALETTAKOCSIVAL KISZOLGÁLT AUTOMATIKUS PARKOLÓHÁZAK ÁGENS ALAPÚ IRÁNYÍTÁSI STRATÉGIÁIHOZ

Szabados Gábor, Dr. Németh János, Prof. Dr. Cselényi József

Abstract

The paper introduced the ideas of the agent based control systems of car park systems.

Összefoglalás

A cikk bemutatja az automatikus parkolóházak vezérlésének objektum alapú irányítási stratégiáit.

1. Bevezetés

Napjainkban egyre több gondot jelentenek a túlszűfolt városi parkolási rendszerek. Az egyre terjedő automatikus parkolóházak jó alternatívát kínálnak az előnyeikkel, mint például a jobb térfogat kihasználás, az emisszió csökkenés, a parkolóhely felkeresése és a parkolás ideje alatt. Ezek a rendszerek azonban a viszonylag szűk áteresztő képesség miatt csak hatékony irányítási stratégiák mellett lehetnek versenyképesek, amik biztosítják a minimális várakozási időt a felhasználóknak a gépjármű átadásakor (betároláskor) és átvételekor (kitároláskor), valamint a minimális energiafelhasználást a kedvezőbb működési költségek eléréséhez. A dolgozat célja, hogy új irányítási stratégiákat keressen és választ adjon, hogy melyik irányítási stratégiával lehet kedvezőbb működési feltételeket létrehozni, azaz nagyobb teljesítményt kisebb ráfordítással elérni. Ezek az összehasonlítások és az optimális stratégiák megkeresése mindig függ a géprendszer paramétereitől és az igények alakulásától.

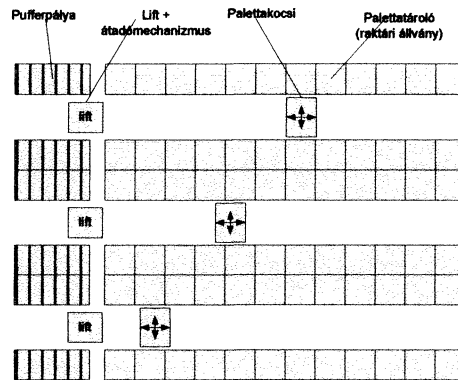
2. A vizsgált automatikus parkolóház változat

Az automatikus parkolók a raktárak egy olyan speciális csoportjába tartoznak, ahol a termékstruktúra homogén, de a termékek egyediek, és minden terméknel becsülhető a kitárolási várható ideje, hiszen a jármű átadásakor ezt az információt meg kell adni.

A palettakocsi rendszerben minden folyosóhoz tartozik egy lift és minden folyosó minden szintjéhez egy-egy palettakocsi. A palettakocsi a paletták vízszintes irányú, a liftek a függőleges irányú

mozgatását biztosítják. A liftekhez csatlakoznak a be/kimeneti várakozósorok, amik a folyosók és a környezetük között teremtik meg a kapcsolatot.

Betárolás esetén az ügyfél átadja a gépjárművet, amit a bementi várakozósor a lifthez szállít. A lift átveszi a palettát és a kívánt emeletre szállítja, majd ott a palettakocsinak átadja, ami a kijelölt pozícióba betárolja. A kitárolás menete fordított.



1. ábra. Palettakocsival kiszolgált gépkocsiparkoló

3. Ágens szemléletű vezérlés

Manapság a raktárirányításban, a centrális vezérlés a legelterjedtebb. Ha ezt a rendszert felbontjuk olyan részrendszerekre, amiknek jelentőségét megnöveljük az irányításban, akkor a centrális irányítás helyett a részrendszerek veszik át a rendszer irányítását. Ez esetben a központi vezérlés megszűnik, és helyette a hangsúly áthelyeződik a részrendszerekre, amik a saját egyéni céljaik szerint működnek és ezáltal közösen próbálják irányítani a rendszert.

A dekompozícióval nyert részrendszerekre külön-külön megfogalmazható egy saját célfüggvény, amire illeszthető egy-egy irányítási stratégia.

A globális optimum helyett a lokális optimumok kritériumai precízebben leírhatók, mert a dekompozícióval nyert elemek feladata egyszerűbb és könnyebben megfogalmazható.

A részrendszerek optimumra való törekvése a globális optimumra való törekvést is jelenti.

Az ágensek tulajdonságai:

- környezetbe ágyazott,
- reaktív: érzékeli és reagál a környezetére
- autonóm: emberi beavatkozás nélkül működik, önkontrollja van,
- helyzetfüggő: helyzethez és szerephez kötötten reagál,
- kezdeményező: nem csak reagál, hanem kezdeményez is,
- célvezérelt, célfüggvények vezérlik
- huzamosabb ideig működik.
- racionális: nem cselekszik tudatosan a céljai ellen, igyekszik a legjobb alternatívát választani,
- mentális állapotváltozókkal bír: tudás, szándék, tanulás, képes tanulni a hibás és helyes döntéseiből, alkalmazkodás stb.

- személyisége van: más ágensektől megkülönböztető jegyek.

Minden ágens azonos felépítésű, de mégis egyedi, mert önállóan tanul a saját tapasztalatiból. Ezért nem meglepő, ha ugyanabban a helyzetben az ágensek másképp viselkednek.

4. Részrendszerre bontás és irányítás

A felbontást úgy kell elvégezni, hogy minden részegységnek jól definiált feladata legyen, és alkalmas legyen az ágens szerepre. A részrendszerekre való bontással definiálni kell azok tulajdonságait és feladatait is. Néhány lehetséges példa a magyarázatát a 1. táblázat látható. A teljes tulajdonság és reakcióhalmaz bővebb.

Objektum	Tulajdonság	Akció
paletta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ életkor, ▪ fitnessz érték, ▪ pillanatnyi raktári pozíció, ▪ tárolt gépjármű azonosítója, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ igényt nyújt be a palettakocsinak új pozícióba való tárolásra a fitnessz érték alapján,
palettakocsi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ életkor, ▪ raktári folyosó és szint, ▪ fitnessz érték, ▪ sebesség, gyorsulás, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ elbírálja az igényeket: elfogad vagy elutasít, ▪ sorrendbe rakja a feladatokat, ▪ végrehajtja az elfogadott feladatokat, ▪ igényt nyújt be a liftnek,

1. táblázat. Néhány objektum tulajdonsága

A rendszer minden eleméhez tartozik egy fitnessz érték. A fitnessz megmutatja, hogy az elem, a hozzá rendelt súlyozott célfüggvényeket mennyire elégíti ki. Minél több paramétert elégít ki egyszerre és minél jobban, annál jobb ez az érték, annál elégedettebb a tulajdonosa. Ha viszont kellően rossz, akkor nagy valószínűséggel egy eseményt fog generálni. Egy ilyen esemény lehet például egy palettának a palettakocsi felé irányuló kérése, egy jobb pozícióba való áthelyezésre. Ezt a palettakocsi a saját fitnessz értéke alapján (amiben benne van pl. a sorban álló feladatok száma is) eldönti, hogy kiszolgálja-e, vagy sem. Minél rosszabb ez a fitnessz érték, annál nagyobb kényszert fog érezni a tulajdonosa, hogy javítson rajta. Így az előző példánál maradva, a paletta egyre többször fogja megszólítani a palettakocsit, hogy megkísérelje az áthelyezését.

A rendszer mozgatórugója tehát a célfüggvények által megfogalmazott célok, és az aktuális állapot közti távolság, amit a fitnessz érték mutat meg. Minél nagyobb ez a távolság, annál nagyobb a rendszer belső késztetése, hogy ezt leküzdje. A gyakorlatban ez az objektumok üzenetváltásával valósul meg. Az üzenetekkel olyan feladatok végrehajtását kéri egymástól, ami javítja a fitnesszt.

Az ágens alapú vezérlés esetén megkülönböztethetünk statikus és adaptív, tanuló rendszereket.

Statikus irányítás az előre meghatározott célfüggvényekre illesztett stratégiák szerint zajlik.

Az adaptív rendszerek működése bonyolultabb és nem minden esetben optimális, de rendelkeznek azzal a tulajdonsággal, hogy képesek tanulni a megtörtént eseményekből. A produkált és az elvárt

teljesítmény összehasonlításával a vezérlés iránya, tendenciája meghatározható, így az is eldönthető, hogy az alkalmazott stratégia jó irányba vagy rossz irányba viszi a rendszert, azaz hibás vagy jó döntések születtek. Ha a tanulás folyamatos, akkor a jó döntések megerősödnek és a rendszer az optimális működési stratégiát fogja megtanulni. Előny, hogy ily módon a rendszer képes alkalmazkodni a környezete változásaihoz. Hátrány, hogy a tanuláshoz idő kell.

6. Összefoglaló

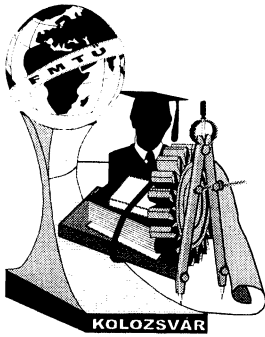
A dolgozat ismertette a többfolyosós fejraktáros felvonóval illetve palettakocsival kiszolgált, automatikus, számítógépes irányítású parkolóházak irányítási feladataihoz a stratégiák meghatározásának ágens alapú megközelítését. Összefoglalóan megállapítható, hogy a hagyományos irányítási stratégiák mellett, az intelligens irányítási rendszerek egyre nagyobb térhódítása várható. Ennek oka, hogy a nagyobb számítási teljesítményszükséglet manapság már könnyen kielégíthető és így kompromisszum nélkül elérhető az intelligens rendszerek számos előnye.

A kutatás további irányát szimulációs vizsgálatok elvégzése jelenti, amivel a stratégiák hatékonysága összehasonlíthatóvá válik.

Irodalom

- [1] J. Cselényi, J. Németh, G. Szabados: The comparative test of automatized multi-storey car parks served by elevator, palletcar or warehouse mashine, Proceedings of RAAD 2002, Budapest 2002, ISBN 963 7154 108, pp.: 443-448
- [2] Cselényi J.: Some problems of strategy for high frame automated storage system by operation of divided working, The 11th international DAAAM Symposium, 19-21st Oktober 2000.
- [3] L. Rádai, J. Cselényi: Control strategies of elevators in multi-level car parking systems served by elevators. MicroCAD 2004, Miskolci Egyetem, 2004.
- [4] G. Szabados, Prof. Dr. J. Cselényi, Dr. J. Németh: Outloading strategies of warehouse served by warehouse machine at head arrangement. MOLS 2005.
- [5] Dudás L: Mesterséges Intelligencia alapok, elektronikus jegyzet, p550, <http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~dudas>
- [6] Szabados G: Állványkiszolgálógéppel kiszolgált fej elrendezésű automatikus parkolóházak szimulációs vizsgálata, Diplomaterv, 2006. Miskolci Egyetem, Informatikai Intézet

Szabados Gábor, doktorandusz; **Németh János**, Ph.D.; **Cselényi József**, Ph.D.
 Miskolci Egyetem, Gépágyártástechnológia Tanszék, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
 Cím: H3515 Miskolc Egyetemváros
 Telefon / Fax: +36-46-565-111
 E-mail: altszg@uni-miskolc.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

TROLIBUSZ FELSŐ-VEZETÉK NÉLKÜL

Szentmiklóssy Balázs, Balázs Gergely György, Kerekes Sándor

Abstract

The aim of the paper was to improve the public transport in our cities. This aim should be achieved by developing a modern electric vehicle. The work was started with the recognition of demands. The idea of a possible solution was given by the direction of the development of ultracapacitors. Then the work was continued with counting and measuring the energy balance. Applying these data the energy storage system could be proportioned. Finally we managed to build a small prototype. Actually the measuring and developing of this small prototype is in progress.

Összefoglalás

A kutatás célja a városi tömegközlekedés fejlesztése, egy újszerű, modern elektromos meghajtású jármű kifejlesztésével. A kutatómunka a különböző igények és szempontok megismerésével és mérlegelésével kezdődött. Az alapvető gazdasági igények mellett, figyelembe kellett venni a manapság egyre nagyobb szerepet betöltő környezetvédelmi szempontokat. Egy lehetséges megoldás ötletét az ultrakapacitások megismerése, fejlődésük, fejlesztésük iránya adta. Ezt az energiamérleg számítása és mérése követte. Ezen adatok alapján lehetett méretezni a szükséges energiatárolót, és megvizsgálni, hogy ez reálisan megvalósítható-e. Végül sikerült megépíteni egy háromkerekű kisautót, mely prototípusnak is tekinthető. Jelenleg ennek a járműnek a fejlesztése, mérése és az eddig elvégzett mérések értékelése folyik.

1. Bevezetés/előzmények

Az utcai tömegközlekedés esztétikai és egészségügyi szempontból is környezetbarát megoldására már többfajta járművet terveztek. Néhány alkalmazott jármű ezek közül: trolibusz, akkumulátoros busz, hibrid busz és ezek speciális kombinációi.

Ám ezek mindegyikében találunk néhány alapvető problémát, ha a következő fő szempontokat/igényeket vesszük figyelembe:

- 0 káros anyag kibocsátás (hibrid busz);
- környezetre gyakorolt másodlagos hatások (akkumulátoros busz);
- esztétikai környezet és műemlék védelem (trolibusz);
- folyamatos üzemeltethetőség (akkumulátoros busz).

A hibrid buszok nem (vagy csak részben) alkalmazhatók azokon a helyeken, ahol nulla az előírás a káros anyag kibocsátásra. Ezt az előírást a troli teljesíteni tudja, viszont ebben az esetben az esztétikai és műemlékvédelmi kritériumok okoznak jelentős problémát, hiszen a felső-vezetékek kiépítését igényli, ami ütközik ezen igények teljesítésével. További hátránya még ennek a megoldásnak, hogy a rendszer kiépítése nagy beruházást jelent. Így jutunk el az előző két feltételt immár teljesíteni tudó

akkumulátoros buszhoz. Ezen megoldás fő problémáját az akkumulátorok lassú tölthetőségében, élettartamuk rövidegében és élekciklusuk lejárt utáni környezetre való veszélyességében látom, illetve felhasználói, ill. gyakorlati szempontból mindezek jelentős anyagi vonzatában.

Az úgynevezett tüzelőanyag cellás (Fuel-cell) busz, bár sok szempontból jelentős előrelépést jelent, technikai fejlettsége és gazdasági elérhetősége miatt jelenleg nem jelent még reális megoldást.

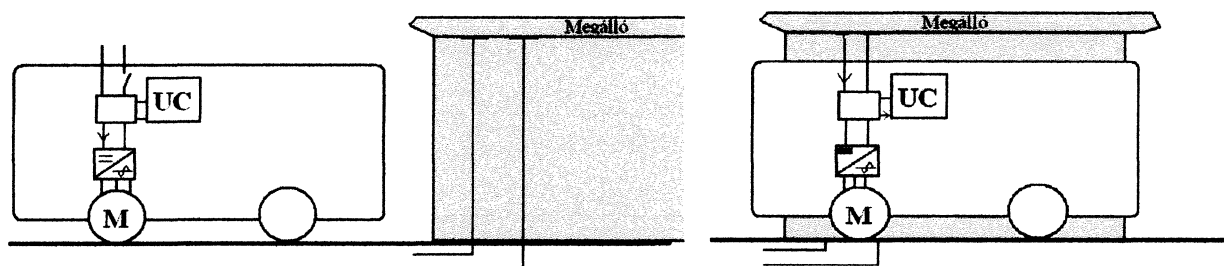
Természetesen további szempontokat is figyelembe kell vennünk, ezek csupán a problémák szemléltetését szolgálják.

Mindezeket alapul véve a fő cél egy gyorsan feltölthető, hosszabb élettartamú energiatárolóval felszerelt jármű és a hozzátartozó töltőrendszer konstrukciójának létrehozása.

2. A rendszer működése

Ma már léteznek olyan hibrid hajtású buszok, melyekben átmeneti energiatárolóként ultrakapacitásokat használnak. Ennek az eszköznek a megismerése, fejlesztésének iránya adta az ötletet, hogy lehetne-e ezt az eszközt elsődleges energiatárolásra alkalmazni. Az előzetes számítások pozitív eredménye vezetett a következő elméleti közlekedési rendszer megalkotásához.

A jármű feltöltött állapotból indul. A gyorsításhoz és a sebesség tartásához szükséges energiát az ultrakapacitásokból felépített energiatároló fedezi. Fékezéskor a visszatáplált energiát felveszi, majd a megállóban az utasok le- és felszállásának ideje alatt a hálózatról nagy teljesítménnyel „ultra gyors” töltéssel továbbtölti az energiatárolóként használt ultrakapacitásokat. Az utasok le- és felszállásának befejeztével automatikusan lekapcsolódik a megállóban kialakított töltőállomásról és folytatja útját a következő egy, esetleg több megállón át a következő töltővel ellátott megállóig, ahol ismét feltöltheti a „kondenzátor” telepeit olyan rövid idő alatt, amíg az utasok cseréje lebonyolódik. Így a rendszer képes folyamatos villamos üzemet biztosítani a jármű számára felső-vezeték kialakítása nélkül. Igaz ugyan, hogy a töltőállomásként használt megállóban ki kell építeni a töltéshez szükséges hálózatot, de ha figyelembe vesszük, hogy nagyvárosainkban sokhelyütt felső-vezeték ugyan nincs kiépítve, de a közlekedésre használt energiaellátó-rendszer rendelkezésre áll, akkor a beruházási és tervezési költségek drasztikusan csökkenthetők.

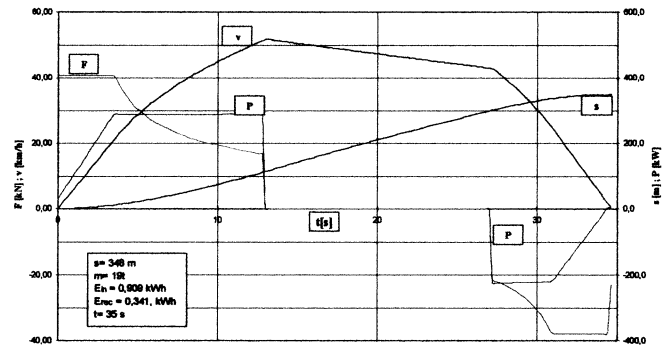
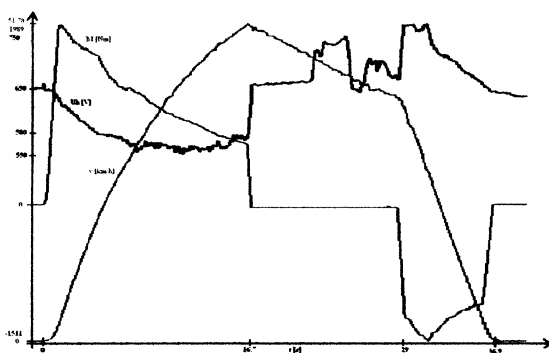


A rendszer működési sémája:
1.a ábra. Menet üzem 1.b ábra töltés és utasok cseréje

3. Számítások és mérések

A villamos energiát kizárólag ultrakapacitásokban tároló busz tervezéséhez jó kiindulási alap egy korszerű trolibusz vizsgálata, melynek hajtásrendszere megegyezhet a tervezett buszával.

Pontos számításokat és szimulációkat végzett – Szentmiklóssy Balázs a Ganz Transelektro Közlekedési Rt.-nél – a szükséges vontatási energia és teljesítmény meghatározására. A számítások ellenőrzésére céljából méréseket is végzett 2005-ben a BKV GANZ-SOLARIS TROLLINO 12 alacsonypadlós 12 méteres trolibuszain, valamint a szintén Ganz-Solaris által gyártott csuklós (18m-es) trolibuszán . A 2.a (U_h: hálózati feszültség, v: sebesség, M: nyomaték) és 2.b ábrán egy számított (szimulált) és egy mért menetdiagram látható, 350m-es megállótávolságra.



2.a ábra Trolibusz mért menetdiagramja 2.b ábra Trolibusz számított menetdiagramja

További igen fontos adatokhoz jutottunk a járművön elhelyezett „fekete doboz” adatainak kiértékelésével. Az adatgyűjtés azt célozta meg, hogy megismerjem a villamos hajtású buszok – jelen esetben trolis – városi fogyasztását, különös tekintettel a vontatási és segédüzemi energia-felvételre és ezek arányára. A segédüzemi fogyasztás azért volt nagyon fontos, mert ennek nagyságrendjét nehéz megbecsülni, hiszen összetett, sokrétű és nem folyamatosan üzemelő fogyasztókról van szó.

GANZ-SOLARIS TROLLINO 12 alacsonypadlós 12 méteres trolibusz

A jármű összesített adatai:

összesen futott: 4128,38km-t,
vontatásra felvett 6191,4kWh-t,
a hálózatba visszatáplált 2149,4 kWh-t,
és segédüzeme fogyasztott 953,1 kWh-t.

Ezekből az adatokból számított értékek:

Visszatáplálási arány a teljes fogyasztást tekintve: 30%
Visszatáplálási arány a felvett vontatási energiához viszonyítva: 34,7%
Fogyasztás: 1,2 kWh/km
A segédüzem a hajtás fogyasztás 23,6%-a, a teljes fogyasztás 19 %-a (0,23 kWh/km)

A trolis 250km-re visszamenő adatainak elemzéséből megállapítható, hogy a jármű – forgalomtól függően – 12-16km/h-s átlagsebességgel közlekedik. Az átlagos megállóban töltött idő 15 és 25s között mozog.

4. Egy lehetséges megvalósítás

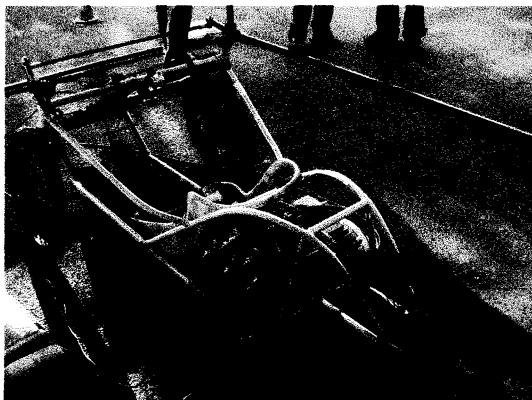
A számítások egy kéttengelyes szóló (12 méter, ~18 tonna) buszra lettek elvégezve. Ennek az

energiatárolója egy 600db cellából álló ultrakapacitás modul. Ez két párhuzamosan kapcsolt ágból, áganként 300db sorba kapcsolt cellából áll. A cellák 5000F-os, 2,7V-os kondenzátorok. Így az átlagosan kivehető energia 2kWh (800V és 450V között), ami a mért fogyasztással számolva nagyságrendileg 1,5km megtételére elegendő.

Két busz megálló távolsága átlagosan 250 és 350 méter között mozog. 350 méteres megállótávolsággal számolva azt az eredményt kapjuk, hogy a feltöltött kondenzátorok feszültsége 800V-ról 690V-ra csökken, majd fékezéskor 740V-ig töltődik vissza. Az elfogyasztott energiát a megállóban 15s alatt 103kW teljesítménnyel lehet visszatölteni. Ez 600V-os hálózat 170A-es hálózati áramot jelent. Viszonyítási alapként egy trolibusz gyorsításakor 300-400A-t is felvesz a hálózatról.

5. Megvalósítás kicsiben

Az ötlet kicsiben is jónak bizonyult, hiszen elkészült egy kizárólag ultrakapacitásokkal táplált kisautó, mely 2006-ban megnyerte az *I. Alternatív hajtású járművek versenyét* (I. Széchenyi futam Győr).



Energiatároló:

12db sorba kapcsolt cella

300F, 30V

Egy cella névleges értékei

3600F, 2,5V

Maximális tárolt energia: 135kJ

Villamos hajtásrendszer:

4kW-os BLDC motor

3f inverter

1. kép. A Kondi Car elnevezésű tricikli (támogatta a BME-EJTT)

6. Összegzés

A mérések, vizsgálatok és a megvalósított kisautó azt mutatják, hogy a működési elv megvalósítható. További fő feladat az erősáramú elektronika fejlesztése. Más szemléletet igényel a töltőhöz való gyors csatlakozás megoldása.

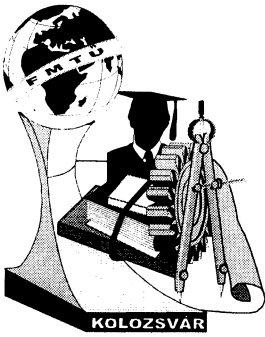
Irodalom

[1] S.Kerekes, B.Szentmiklóssy: „*Ultrakapacitású kondenzátorok gyors karrierje az energiatárolás területén*” Elektrotechnika, pp.3-5, Nov. 2006

Szentmiklóssy Balázs, Ph.D. hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-70-3385036
E-mail: stbalazs@freemail.hu

Balázs Gergely György, M.Sc. hallgató
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Villamos Energetika Tanszék
Telefon: +36-20-3225145
E-mail: ggbalazs@gmail.com

Kerekes Sándor, egyetemi adjunktus
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar,
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
Telefon: +36-1-4632854
E-mail: kerekes@elektro.get.bme.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

KOPÁSVIZSGÁLATOK MINIMÁLKENÉS MELLETT VÉGZETT FURATMEGMUNKÁLÁSNÁL

Dr. Szigeti Ferenc, Dr. Péter László, Szászvai Attila

Abstract

In 2006 the Department of Production Engineering of the College of Nyíregyháza and the Department of Production Engineering of the University of Miskolc launched a joint research project to examine the drilling of cast iron holes under minimal lubrication. This paper presents the possible ways of measuring cutting tool wear (corner wear; flank wear) and the results of measurements.

Összefoglalás

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszéke 2006-ban a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékével közös kutatási projektet indított öntvény külső minimálkenéssel történő furatmegmunkálásának vizsgálatára. Jelen tanulmány a fúrószerszám kopás (sarokkopás, és hátkopás) mérésének lehetséges módjait, és eredményeit mutatja be.

1. Bevezetés

A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszéke 1994-től kezdődően folytatott minimális hűtő-kenő anyag felhasználásával furatmegmunkálási kísérleteket, melyeknél változtatták a hűtő-kenő anyag mennyiségét, fúróhoz való hozzáféréseinek módját (külső- és belső hűtés), valamint a technológiai paramétereket és mérték a felsorolt változók fúróerő- és nyomatékra, szerszámkopásra, valamint a megmunkált furatok makro- és mikrogeometriai jellemzőire gyakorolt hatását [1].

A kutatási téma továbbra is időszerű, hiszen számos érv szól a hűtő-kenő folyadék csökkentése, a minimálkenés megvalósítása mellett. Ennek köszönhető, hogy egyre szélesebb körben terjed a környezetbarát olajok használata, a minimálkenés, illetve a szárazmegmunkálás alkalmazása [2, 3, 4].

A kísérletek célja: *külső minimálkenés* mellett végzett fúrési kísérletek során összehasonlító mérések végrehajtása különböző mennyiségű külső hűtő-kenő folyadék hozzáféréssel végzett fúrési kísérletsorozatokon, ahol mérjük:

- az axiális fúróerőt (F_f) és csavaró nyomatékot (M_c);
- a fúrószerszám kopását (sarokkopást, VB_E és hátkopást, $VB_{3,5}$);
- az elkészített furatok felületi érdességét (R_a);

A mérési eredményeket összehasonlítjuk a ME belső minimálkenéssel végzett kísérleteinek eredményeivel [1].

2. A kísérletek körülményei

Fúró szerszám: TiAlN bevonatú monolit csigafúró (\varnothing 10,2 K20 Gühring WRDG DIN 6537).

Próbatest anyaga: szürkeöntvény, EN-GJL-200 (MSZ EN 1561), amelybe 30 mm hosszúságú furatokat készítettünk a sorozatkísérletek alkalmával.

A *minimálkenés megvalósítása külső hűtéssel*, a hűtő-kenő folyadéknek a fúró külső palástjára való hozzávezetésével történt, „NOGA MINI COOL” típusú porlasztó berendezéssel, amelynél a térfogatáram $10 \text{ cm}^3/\text{h}$ és $250 \text{ cm}^3/\text{h}$ között fokozatmentesen állítható.

A forgácsolási kísérletekhez „OMV cut XU” típusú, klórmentes olajat használtunk hűtő-kenő folyadékként, amely különleges adalékokkal ellátott minőségi hűtő-kenő anyag.

A fúrási kísérletek végrehajtása MU-250 típusú egytetemes marógépen az alábbi technológiai paraméterek beállításával történt:

Maróorsó fordulatszám: $n = 2250$ ford/perc	HKF mennyiség: $Q = 10$ és $28 \text{ cm}^3/\text{h}$
Előtolás: $f = 0,18$ mm/ford	Előtolás sebessége: $v_f = 405$ mm/perc
Forgácsolási sebesség: $v_c = 72,06$ m/perc	Gépi főidő: $t = 0,074$ perc

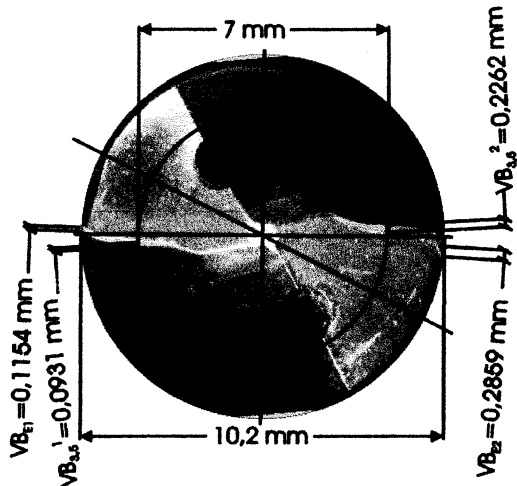
A sarokkopás (VB_E) és hátkopás ($VB_{3,5}$) méréséhez a fúrót függőleges helyzetben mérőmikroszkópon lefényképeztük, majd a kopásértékeket a digitális foto számítógépes program segítségével történő feldolgozásával határoztuk meg. A fúró mindig azonos helyzetét a mérőmikroszkópon befogó készülékkel biztosítottuk.

3. A szerszámkopás mérése

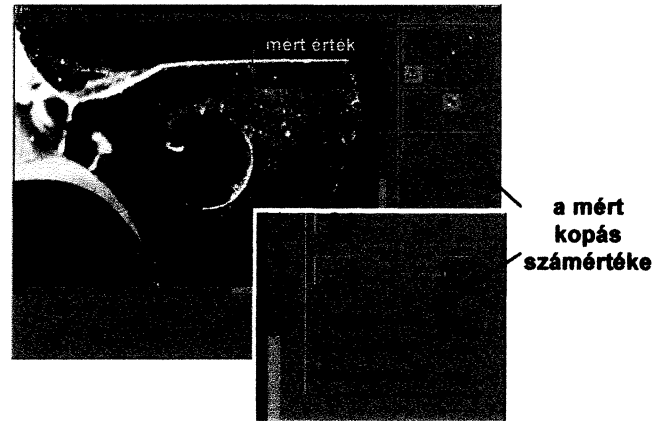
A fúró elhasználódásának jellemzésére a sarokkopást (VB_E) és a hátkopást ($VB_{3,5}$) választottuk. A hátkopást 3,5 mm-es sugáron mértük, a főéltől a hátfelületre nyúló kopási sáv szélességéeként. A szerszámkopást mindig 5 méter fúrási úthossz megtétele után mértük, mindkét főélen. A fúrási úthossz: átmenő furatok esetén a csigafúróval kifúrt furatok számának és a fúrási próbatest vastagságának szorzata ($s = Z_f L_p$).

A fúróról jó minőségű nagyfelbontású digitális képet készítettünk. A kép előállításához Olympus SZ61 típusú sztereo mikroszkópot használtunk, amely nagyítás tartománya $0.67\times - 4.5\times$, zoom aránya 6.7:1, munkatávolsága 110 mm. A fénykép előállításához a mikroszkóphoz csatlakoztatott Olympus C-7070 WZ típusú digitális fényképezőgépet használtunk, melynek képérzékelője $1/1,8$ collos CCD szilárdtest szenzor 7.41 millió pixellel, tényleges felbontása 7,1 millió pixel (a képfeldolgozáshoz használt pixelek tényleges száma.). A fénykép tömörítetlen RAW formátumú, hogy elkerüljük tömörítésből származó információvesztést.

A képek feldolgozása CorelDraw9 programmal történt. A képeket egy referencia mérettel léptékeztük. A kopás értéke a különböző fúrási úthossz utáni képeken található élek referencia vonalhoz képesti távolságának a különbsége. Kontrollként a szoftver segítségével a képeket átlátszóvá téve és egymásra vetítve a kopás értékeket közvetlenül mérve is azonos eredmények adódtak.



1. ábra. Szerszámkopás mért értékei $s = 25$ m fúrási út után ($Q = 28 \text{ cm}^3/\text{h}$)

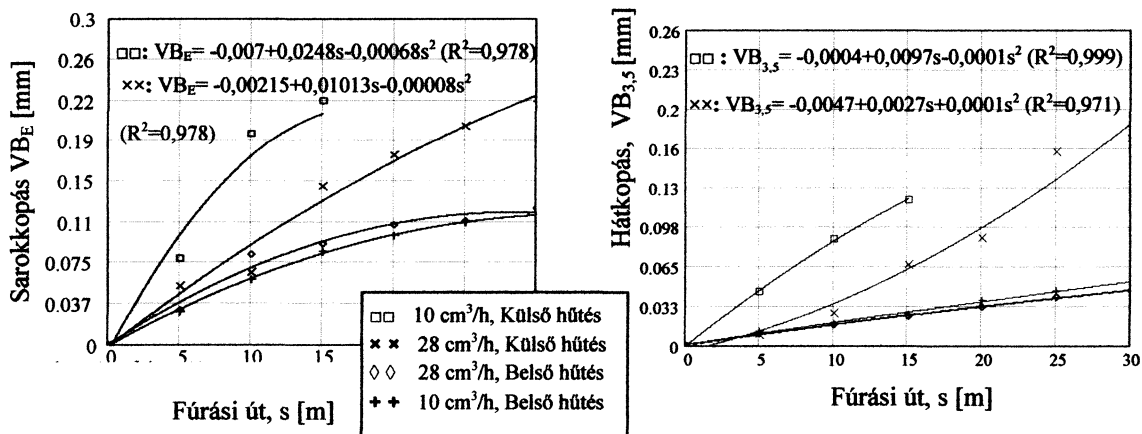


2. ábra. Csigafűrők hátkopásának mérése CCD kamerával

A szerszám kopásának mérése történhet CCD kamera felhasználásával is. A 2. ábrán a csigafűrő kopásmérésének a képernyőképe látható. A méréshez a National Instruments által fejlesztett LABVIEW IMAQ Vision szoftverben írt programot használták.

4. A szerszámkopás mérésének eredményei, következtetések

Külső hűtésnél a két főelen mért kopásértékek jelentős eltérést mutattak. A 3. ábrán jól látható, hogy főként a sarokkopás (VB_E), de a hátkopás mért értékei is erőteljesen növekednek a fúrási úttal. A hűtőkenő folyadék mennyiségének $10 \text{ cm}^3/\text{h}$ -ról $28 \text{ cm}^3/\text{h}$ -ra történő emelésével a VB_E értékei kb. 30-50 %-kal, a $VB_{3,5}$ értékei kb. 50-70 %-kal csökkennek 15 m fúrási út alatt. A csökkenés mértéke a fúrási úttal nő 15 m fúrási útig.



3. ábra. A sarokkopás (VB_E) és a hátkopás ($VB_{3,5}$) változása a fúrási út függvényében

A mérési eredmények elemzéséből kitűnik, hogy a szerszámkopás mérési eredményei összhangban vannak az előtolóerő és fúrónyomaték mérési eredményeivel: a nagyobb szerszámkopás ($10 \text{ cm}^3/\text{h}$ külső hűtésnél) jelentős előtolóerő és fúrónyomaték növekedést eredményez. [5]

A belső és külső hűtés szerszámkopásra gyakorolt hatásának összehasonlítása alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A hűtő- kenő anyag mennyiségének jelentős csökkentése mellett, külső minimálkenéssel sikerült megfelelő forgácsolási feltételeket biztosítani szürkeöntvény furatmegmunkálásánál.
- Azonos mértékű HKF adagolás mellett a sarokkopás (VB_E) és a hátkopás ($VB_{3,5}$) minden esetben kisebb belső hűtésnél (a fúró hűtése itt egyenletes, folyamatos).
- Amíg a belső hűtésnél a HKF mennyiség növelése nem csökkentette jelentősen a szerszámkopást (sőt, $28 \text{ cm}^3/\text{h}$ hűtésnél $10 \text{ cm}^3/\text{h}$ hűtéshez képest a sarokkopás nőtt), addig külső hűtésnél a HKF mennyiség növelése jelentősen redukálta a szerszámkopást.
- Amíg belső hűtésnél $10 \text{ cm}^3/\text{h}$ mennyiségű HKF elegendő a fúró kenéséhez (a hűtés-kenés egyenletes, folyamatos, a HKF közvetlenül a vágóélekhez jut), addig külső hűtésnél a megfelelő hűtés-kenés biztosításához, a szerszámkopás csökkentéséhez a HKF mennyiség legalább $28 \text{ cm}^3/\text{h}$ -ra történő növelése szükséges (a fúró hűtése kívülről szakaszos).
- A fúrókopás mérésére használt digitális képfeldolgozó eljárás alkalmas a kopás értékek megfelelő pontosságú mérésére.

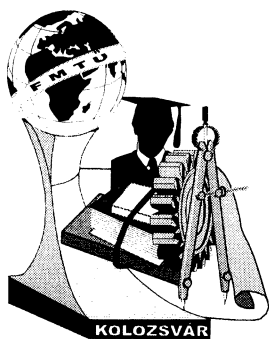
Ezen megállapítások változnak $L = 50 \text{ mm}$ vagy 100 mm vastagságú munkadarabok fúrásánál, mivel $L \geq 5d$ fúrt furathossz után a külső kenés hatása jelentősen lecsökken.

Irodalom

- [1] Dudás, I., Varga Gy., Csermely, T., Tolvaj, I. Umweltgerechte Zerspanungstechnik - Reduzierung und Ersatz von Fertigungshilfsstoffen beim Bohren (STD - 2EC jelű, ERB CIPACT 930167 témaszámú), Európai Közösség által finanszírozott kutatási projekt, Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 4. Jelentés, 1995., pp.: 27
- [2] Weinert, K.: *Trockenbearbeitung und Minimalmengenschmierung*. Springer Verlag 2000
- [3] Opley, L.: *Trockenbearbeitung*, Expert Verlag München, Wien, 1988, ISBN 3-8169-1518-5
- [4] Klocke, F.; Lung, D.: *Minimalmengenkühlschmierung – Systeme, Werkzeuge und Medien*. In VDI-Berichte 1532, pp.: 137–154, VDI-Verlag Düsseldorf, 2000
- [5] Dudás, I., Varga Gy., Szigeti, F., Péter, L., Százvai, A.: *Furatmegmunkálás minimálkenéssel*, Műszaki Tudomány az Észak Alföldi Régióban c. konferencia(DAB), Műszaki Füzetek,2.kötet, pp.: 77-92, Nyíregyháza,2006.nov.16., http://store1.digitalcity.eu.com/store/clients/release/musz_fuz_02.pdf

Százvai Attila

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék
 Cím: 4400 Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b.
 Telefon / Fax: 00-36-42-599-400/ 2432
 E-mail: szazvai@nyf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

MŰANYAGOK FOLYÓKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA FRÖCCSÖNTÉSI FOLYAMAT KÖZBEN

Szűcs András

Abstract

A new measuring technique was developed for the determination of the viscosity of the polymer melts. Two cavity pressure sensors were built into a special injection mould cavity. The measured pressure difference was used in the calculation. The flow curves were also determined by MFI instrument. Power law was used in curve fitting. It was shown that the internal pressure measurement is suitable method for the determination of the viscosity of the polymer melts.

Összefoglalás

Egy új mérőrendszert fejlesztettünk ki, amivel meg tudtuk határozni a polimer ömledékek viszkozitását. Két nyomásjeladót építettünk be egy speciális fröccsöntő szerszámba. A mért nyomáskülönbséget használtuk a számításainkhoz. A viszkozitásgörbét MFI mérőberendezéssel is meghatároztuk. A méréseink szerint a belső nyomásmérős rendszer alkalmas módszer a polimerek viszkozitásának meghatározására.

1. Bevezetés

A műanyag termékek gyártása során a fröccsöntési technológia a legelterjedtebb. Ezzel a módszerrel egy lépésben lehet bonyolult, háromdimenziós terméket kialakítani. A polimer ömledékek nem-newtoni folyadékok, ezért viszkozitásuk a hőmérséklet, nyomás és molekulatömeg mellett a deformáció-sebességtől is függ. A gyakorlatban a polimerek folyását a folyási mutatószámmal (MFI) jellemezzük. Ez a szabványos körülmények között meghatározott mérőszám megadja, hogy az adott terhelés mellett (állandó nyírófeszültség mellett) mennyi anyag folyik ki a kapillárison keresztül tíz perc alatt. Nem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy a folyási mutatószám egyetlen deformáció-sebességgel van meghatározva, és nem ad információt az ömledék nyírési érzékenységére, azaz arra, hogy az áramlási sebesség változása mekkora viszkozitás változást okoz.

A polimer ömledékek folyását a nem-newtoni tartományban különböző empirikus egyenletekkel írhatjuk le. A nagyszámú összefüggés közül a hatványtörvényt alkalmazzák a legszélesebb körben.

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

Az (1) egyenlet formális összefüggést állít fel a nyírófeszültség (τ) és a deformáció-sebesség ($\dot{\gamma}$) között. Az egyenletben szereplő K és n konstansoknak nincs fizikai tartalmuk, sőt csak egy viszonylag

szűk deformáció-sebesség tartományban tekinthetők állandónak. Ennek ellenére a gyakorlatban ez a legelterjedtebben használt összefüggés.

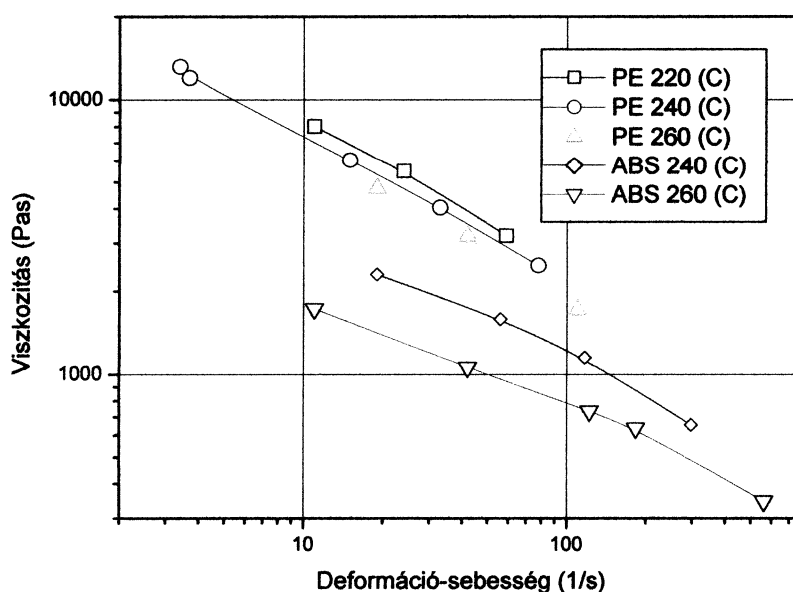
A kutatómunkánk során abból a feltételezésből indultunk ki, hogy két nyomásmérő alkalmazásával meghatározható a polimer ömledék viszkozitása a kitöltési folyamat során a fröccsöntőszerszám üregében. Bonyolítja a helyzetet, hogy az ömledék és a szerszám hőmérséklete nagyon eltérő, ezért a kitöltés során az izoterm körülmények nem állnak fenn. A nagy áramlási sebesség (egy másodpercnél is rövidebb kitöltési folyamat) és a polimerek rossz hővezető-képessége miatt azonban izotermnek tekintjük a folyamatot.

Kiadványunkban egy műszerezett fröccsöntő szerszámmal végzett reológiai méréseink eredményéről számolunk be. Különböző hőmérsékleten meghatároztuk a szerszámüregben fellépő nyomásesést, amelyből kiszámítottuk az ömledék folyásgörbéit. Az eredményeket összehasonlítottuk egy szabványos berendezéssel mért adatokkal.

2. Kísérleti rész

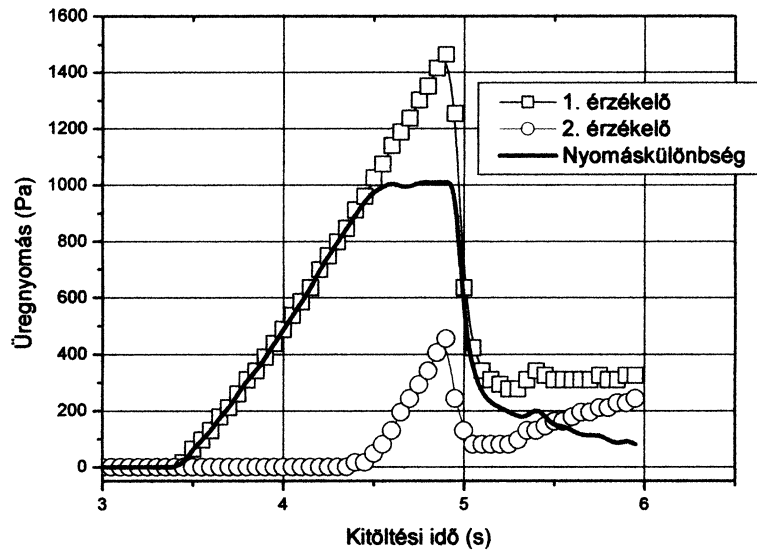
A kísérletekhez polietilén (PE) és poli(akril-nitril-ko-sztirol)-ko-polibutadién (ABS) polimereket használtunk. A vizsgálatokat ENGEL ES 500/125 típusú, mikroprocesszor vezérlésű fröccsöntő géppel végeztük, kétféskes, ejtődárdás-próbatest gyártására alkalmas szerszámban. A polimerek folyóképességét számítógéphez kapcsolt CEAST MFI mérő berendezéssel határoztuk meg különböző terhelésekkel.

Az anyagok különböző terheléssel meghatározott viszkozitásait az 1. ábrán mutatjuk be. A vizsgált polimerek tipikusan nem-newtoni ömledékként viselkednek; a nyírófeszültség növelésével a viszkozitásuk csökken. A csökkenés mértéke függ az anyagok kémiai szerkezetétől.



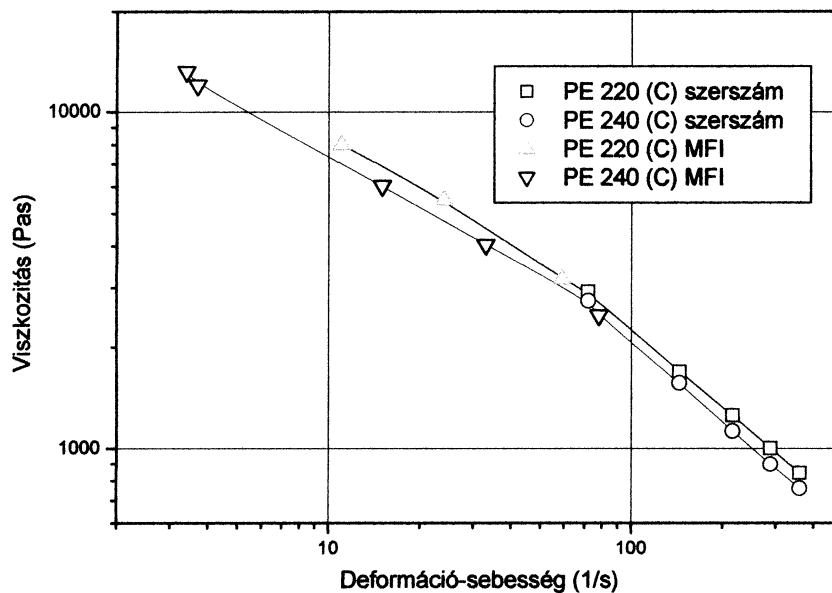
1. ábra. A polimerek különböző hőmérsékleten, MFI berendezéssel meghatározott folyásgörbéi

A szerszámüregben mért nyomások változását a kitöltési idő függvényében a 2. ábrán mutatjuk be. Jól megfigyelhető, hogy a kitöltés során a nyomás lineárisan növekszik mindkét érzékelőnél. Ennek megfelelően a nyomáskülönbség állandó, ami azt mutatja, hogy az alkalmazott mérési elrendezés alkalmas lehet reológiai vizsgálatokra. A számításokhoz az a tartomány használható, amelyben a két nyomásérzékelő között állandó a nyomáskülönbség.



2. ábra. A szerszámüregben mért nyomásértékek változása a kitöltési idő függvényében

A számításokhoz az azonos időponthoz tartozó nyomáskülönbségeket használtuk fel. A deformációsebességet a fröccsdugattyú sebességéből, a viszkozitást pedig a mért nyomáskülönbségből és a szerszámüreg geometriájából számítottuk ki. Természetesen felmerül a kérdés, hogy a kétféle módszerrel meghatározott folyásgörbék mennyire illeszkednek egymáshoz. A 3. ábrán az MFI mérő berendezéssel és a szerszámüregben mért viszkozitás adatokat mutatjuk be a deformációsebesség függvényében.



3. ábra. A kétféle módszerrel meghatározott folyásgörbék

A 3. ábrán jól megfigyelhető, hogy a két módszerrel meghatározott pontok jó közelítéssel egy görbére esnek. Ez egyértelműen alátámasztja azt a várakozásunkat, hogy az üregnyomás mérésével meghatározható a polimer ömledék viszkozitása a kitöltési folyamatban. A módszer előnye abban rejlik, hogy az MFI méréshez képest a méréstartomány jelentősen kiszélesíthető.

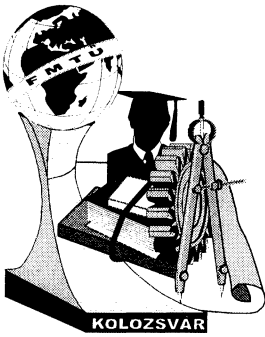
Következtetések

Közleményünkben egy új viszkozitás mérési módszerről számoltunk be. PE és ABS polimerek folyásgörbéit határoztuk meg szabványos MFI mérő berendezéssel, valamint üregnyomás méréssel. Megállapítottuk, hogy az anyagok folyásgörbéi a hatványtörvénnyel leírhatók. Kimutattuk, hogy a hőmérséklet növelésével az anyagok viszkozitása csökken. Az üregnyomás-mérési adatokból is meghatároztuk a polimerek folyásgörbéit. Megállapítottuk, hogy a két módszerrel mért adatok gyakorlatilag egybe esnek. A kutatás eredményeként a polimer ömledékek reológiai jellemzői a gyártás körülményei között meghatározhatók. Ezzel a módszerrel pontosabb információk szerezhetők az anyagok folyásáról és a technológiai paraméterek hatásáról.

Irodalom

- [1] Dunai Antal, Macskási Levente: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft, Budapest 2003
- [2] Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
- [3] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000
- [4] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk: Investigation of the effect of surface finishing on injection moulding parts, 11th International Conference on Tools, ICT-2004.09.10.
- [5] Pósa Márk: Szabadfelület gyártástechnológiájának hatása a fröccsöntési paraméterekre, Műanyag Kollokvium 2003, Balatonföldvár, 2003. június 12-13.
- [6] Belina Károly, Boza Pál, Pósa Márk: Műszerezett fröccsöntő szerszám, Műanyag és Gumi 2004 április

Szűcs András főiskolai tanársegéd
Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Műanyag és Gumitechnológiai Szakcsoport
H-6000 Magyarország, Kecskemét Izsáki út 10.
Tel: +36303135675/FAX.:+3676516399
E.mail: szucs.andras@gmail.com



XII. FIAATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

IPARI CÉGEK ÉS KUTATÓ INTÉZETEK NEMZETKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉSE AZ EURÓPAI UNIÓ ÁLTAL TÁMOGATOTT KUTATÁS-FEJLESZTÉSI PROJEKTEKBEN

Torkos Zoltán

Abstract

In this lecture I will firstly introduce the EU founded Sixth Framework Program FP7, it's targets, possibilities, and through an actually running project I will present a successful collaboration between industrial companies, research institutes and universities. The current project targets to develop a free track and trace AutoID based system. The project is titled: „Identity-Based Tracking and Web-Service for SMEs” (acronym: TraSer). The consortium working in the TraSer project (www.traser-project.eu) will develop, test, and document innovative open-source tracing and tracking solutions for products and product data of companies involved in changing networks.

Összefoglaló

Előadásomban szeretném bemutatni első sorban az Európai Unió FP7 programját, céljait, lehetőségeit, majd egy aktuális projekt keretében ismertetni a lehetőségeit a sikeres együttműködésnek az ipari cégek és a kutató intézetek, egyetemek között. A konzorciumunk aktuális projektje egy kis és középméretű vállalkozások részére kidolgozandó ingyenes hozzáférésű rádiófrekvenciás (RFID) követő rendszert „Identity-Based Tracking and Web-Service for SMEs” röviden, TraSer (www.traser-project.eu). A TraSer projekt célja továbbá kifejleszteni és letesztelni az ipari partnereivel egy olyan szoftver platformot, amely a kis és középméretű vállalatoknak valós igényeket, kielégítő szolgáltatást tud biztosítani.

1. Bevezetés

Röviden szeretnék megosztani önökkel néhány fontos információt az Európai Unió Kutatásfejlesztési programjával kapcsolatban. Az FP7-es program időtartama 2007-13 közötti időszak, mely folytatása az FP6-os keretprogramnak, megnövelt költségvetési összeggel.

Céljai:

- segítsen előmozdítani az európai kutatási és innovációs tevékenységeket

- segítse kihasználni a kutatási eredményeket kihangsúlyozva az európai versenyképesség legfontosabb szektoraira
- az ismeretek elterjesztésének a támogatása, a cégek innovációs teljesítményének az előmozdítása, a társadalom új technológiák iránti hajlandóságának az előmozdítása

Több információt az alábbi weboldalon találhatnak: <http://cordis.europa.eu/fp7>

2. Európai Kutatási Terület (ERA)



Az EU hetedik keretprogramja a kutatás és technológia fejlesztés támogatását célozza meg.

Ennek céljai : Integrált és fókuszált kutatás

Európai kutatási terület strukturálása

Európai kutatási terület erősítése

Részletes leírást a következő weboldalon találni: <http://cordis.europa.eu/era/concept.htm>

Ahhoz, hogy valaki sikeresen pályázzon a következő fontosabb követelményeket érdemes betartani:

- KKV-k, kutatóintézetek és egyetemek együttműködése
- Nemzetközi konzorcium felállítása (min. 3 nemzet 3 országból)
- Projekt tárgya növelje az EU versenyképességét
- Társadalom fontosabb szükségeinek támogatását célozza meg
- Legyen kutatási tartalma
- Fókuszáljon a technológia fejlesztésére
- Tartalmazzon demonstrációs és oktatási részt

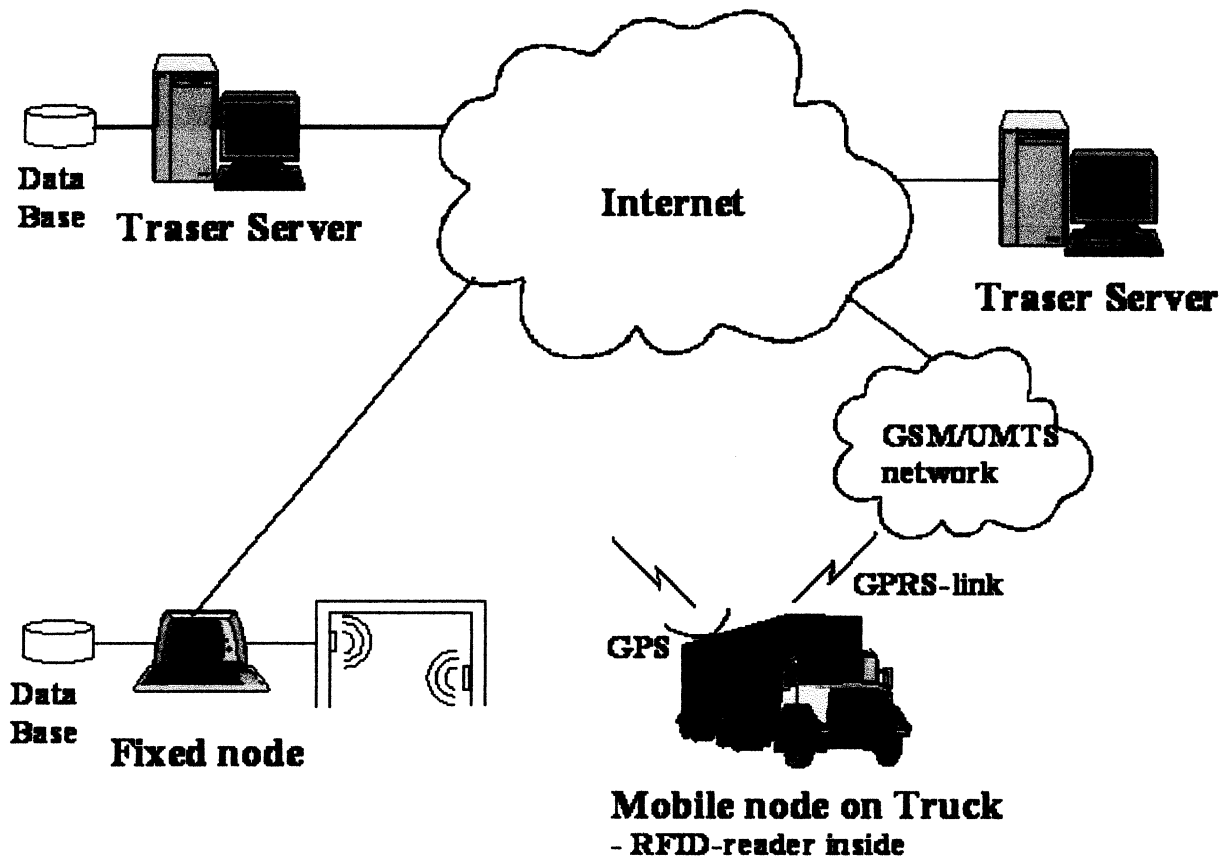
3. Az EU által támogatott projektek ismertetése egy valós projekten keresztül (Azonosító-alapú termékkövetési- és Web-szolgáltatások KKV-k számára)

A projekt feladatai:

- Nyílt forrású szoftver-platformot bocsássunk rendelkezésre a termékek és adataik nyomon követésére, amely:
 - Nem igényel költséges kezdeti beruházást,
 - Együtt használható a már meglévő, elterjedt, de kevésbé fejlett rendszerekkel,
 - Kicsi fejlesztés- és karbantartásigénye nem követeli meg nagy szakembergárda állandó foglalkoztatását,

- A KKV-knak lehetőséget ad arra, hogy hozzáférjenek a szállítványozó cégek árukövető infrastruktúrájához és RFID- olvasóihoz;
- Részt veszünk a rendszer ipari kivitelezésében;
- Az egyes kivitelezésekről esettanulmányokat bocsátunk rendelkezésre;
- A KKV-kra jellemző üzleti forgatókönyveket írunk le, melyek rávilágítanak a rendszer adott helyzetre szabott termékközpontú megvalósításának lehetséges hasznára;
- Továbbfejlesztjük a termékközpontú szolgáltatások elméleti alapjait, melyek a termékközpontú információs architektúrák és alkalmazások továbbfejlődésének főbb irányát is meghatározzák.

TraSer - projekt hálózati struktúrájának kezdeti ábrája



4. Következtetés

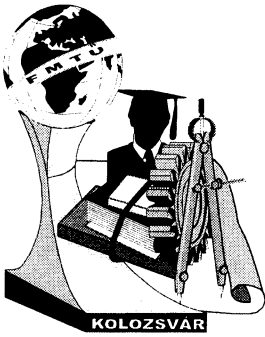
Sajnos a fejlesztési projektünknek ebben a fázisában még nem tudunk konkrétan következtetéseket levonni, de nagyon sok visszajelzéshez jutunk a partnereinkkel való megbeszéléseinken keresztül valamint próbáljuk az igényeiket és meglátásaikat beintegrálni a fejlesztésbe.

4. Irodalom

Fejlesztési projekthez tartozó irodalmat a projekt weboldalán találnak az érdeklődők.

<http://www.traser-project.eu>

Torkos Zoltán, Fejlesztésvezető,
Innotec Magyar Kft.
2092 Budakeszi, Tiefenweg út. 14.
Tel: +36-23-456825, Fax: +36-23-455320
E-mail: zoltan.torkos@disherdesign.com



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

LINEÁRIS OPTIMALIZÁCIÓS ELJÁRÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE A VÁROSFEJLESZTÉSI FOLYAMATOKBAN

Török Árpád

Summary

The deterioration of urban mobility conditions, which have been threatening the quality of life and the competitiveness of urban areas, has led to the recognition of the need to strive for sustainability in urban mobility patterns. That shall make us to care for the operational efficiency of the urban areas more and more studiously. To develop a flexible, consistent, well handleable model, we shall emphasize the capital advantages of the existing equilibrium models of urban planning. It is important, that the developed equilibrium model shall take into account the decision process of different social level's. Also cannot forget about tractability of the used model [the linear optimization seems to be advantageous, by reason of its tractable and flexible characteristic]. The presented model can be extended in many ways. The modul of externalities can be worked out more detailed, which recently is an indispensable area of urban planning. Of course the future development of the model shall also pay attention to the development of the actual mathematical methodology.

Összefoglalás

A modell komplexitása lehetőséget teremt városfejlesztés során felmerülő közlekedési, valamint gazdasági nézőpontok együttes figyelembe vételére. Emellett a linearizált formulákból következő előnyöknek köszönhetően az átlátható, könnyen kezelhető modellszerkezet nagymértékben elősegíti a modell gyakorlati alkalmazását. A modell további fejlesztési lehetőségeket hordoz magában, hiszen a közlekedés külsőgazdasági hatásainak figyelembevétele lehetőséget teremt a széleskörű társadalmi-gazdasági optimalizációra. A szimulációs eljárás pontosságát jelentősen befolyásolja a policentrikus városmodellét alkotó monocentrikus téregységek száma, amely nagymértékben függ az eljárás alapját képező adatok megfelelő formában való rendelkezésre állásától. Az adatok hozzáférhetősége mellett, szükséges hogy az adott város által rögzített információk térbeli vagy földrajzi vonzattal rendelkezzenek (Hazánkban az Államigazgatási Szervezési Intézet végzett elemző vizsgálatot, mely a eljáráságok tevékenységét 32 fő tevékenységi ágba rendezte. A vizsgálat szerint a fő tevékenységi ágak 27% közvetlenül, 23%-a pedig közvetve területi információt használ) [5]. Tehát az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát nagymértékben növeli a városi földterülethez kötött információs rendszerekkel való együttes használata (LIS – Land Information System).

1. Bevezetés

A komplex városszerkezet modellezése (társadalmi, gazdasági, hálózati jellemzők figyelembevétele) igen összetett probléma. A modellezni kívánt rendszer összetettségéből adódó nagyszámú rendszerváltozó rendkívül nehézkessé teszi a rugalmas, jól kezelhető modellek kialakítását. Érthetőek tehát az alkalmazott modellezési eljárások egyszerűsítésére irányuló modellfejlesztési törekvések. A város működését jellemző folyamatok lineáris modellezése kielégíti a módszertani háttérrel szemben imént támasztott elvárásokat, és emellett lehetőséget teremt a lineáris rendszerben megfogalmazott korlátozó tényezők együttes figyelembe vételével történő optimalizálásra (általánosságban elmondható, hogy a lineáris programozás célja a korlátozott források bizonyos szempontból történő optimális szétosztása).

2. A térbeli szerkezet modellezése

A városmodell közlekedési rendszerének jellemzőit a modell térbeli szerkezete jelentősen befolyásolja. A monocentrikus város modellt egyszerű felépítés jellemzi, ezért a bemutatott eljárás esetében egyközpontú településszerkezetet feltételeztem, amely a korlátozó feltételek változtatásával policentrikus városmodellé bővíthető. A monocentrikus városmodell egy kitüntetett közlekedési központtal rendelkezik, amely magában foglalja a településről exportált termékek, szolgáltatások, erőforrások feladóhelyét. A városon belüli utazások a központon keresztül bonyolódnak. Az egyes területegységek és a városközpont közötti utazások hossza az (i, j) koordináta pártól függően becsülhető. Az optimalizációs eljárás időigényét jelentősen lecsökkenti, amennyiben kikötjük, hogy az egyes elemi cellákra jellemző közlekedési hálózaton csak észak-déli, valamint kelet-nyugati irányban történhet helyváltoztatás. Ebben az esetben az egyes cellákból a központba irányuló helyváltoztatás esetén megtett úthossz a $[d_{ij}=i+j]$ képlettel fejezhető ki. Abban az esetben például, ha a helyváltoztatás folyamán megtett utat a cellák központtól mért távolságával azonosítjuk $[d_{ij}=(i^2+j^2)^{1/2}]$, szintén csak becsült értékekhez jutunk, azonban az optimalizációs eljárás időigénye jelentősen megnövekszik. A monocentrikus, középpontosan szimmetrikus, homogén térbeli tulajdonságokkal jellemezhető területi felosztásból következően az elemi cellák a városközpontba irányuló helyváltoztatások úthossza alapján csoportosíthatóak. A központtól u cellányi úthosszra lévő cellák számát S_u jelöli. A vizsgált városban összesen r' (a továbbiakban vesszővel jelölöm az adott paraméter rögzített felső határértékét) típusú terméket állítanak elő. Az $r'-1$. és r' . típusú „termék” a város munkaerő-forrást biztosító dolgozóit és lakóházait jelöli. Tegyük fel, hogy a termelés résztvevőinek száma (s) - és így a termelés technológiai szintje - meghatározza a termelőtevékenység helyét biztosító épület magasságát. Ezen megközelítés megfelel egy linearizált termelési függvénynek, mely kapcsolatot teremt egy adott termék előállításához szükséges földterület és a termelési folyamat tőkearánya között (állandó termékmennyiség mellett, konstans munkaerőszint esetén a termék előállítására szolgáló

épület magasságának, tehát a beruházott tőke szintjének növelésével a szükséges termelési terület csökken). Az alkalmazott egyszerűsítés megteremti a lehetőséget a földhasználat (épület tőkeigény-épület területigénye) és a közlekedési igények (munkaerő áramlás / áruszállítás mértéke-közlekedési infrastruktúra területigénye) közötti kapcsolat beható vizsgálatára. Tehát az r . típusú termék előállításához s' tevékenység szükséges. Az s . tevékenység input-output tényezője a_{qrs} , ahol a_{qrs} az r . típusú termék s . termelési tevékenységéhez szükséges q . erőforrásának aránya.

3. A forgalomáramlási folyamatok modellezése

A központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen az r . terméktípusból s' tevékenységgel előállított termékmennyiség ($x_{rs}(u)$, $r = 1, 2, \dots, r'-2$) városközpontba történő szállítását követően, megtörténhet az exportra bocsátás. A vizsgált város exportját az X'_r elődefiniált paraméter rögzíti. Amennyiben az eddig rögzített modell jellemzőket kiegészítjük azzal, hogy az előállított termékek exportálása a közlekedési központ [$x'_r(0)$] mellett a peremkerületekből [$x'_r(u')$] is lehetséges, a valóságot jobban megközelítő modellhez jutunk, míg az optimalizációs eljárás összetettsége nem növekszik számottevően. Az export igényből közvetlenül következtethetünk a közlekedési hálózatot terhelő áruforgalomra [a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységből a városközpont felé irányuló áruforgalmat jelölje $t_r^1(u)$, valamint a peremkerületek felé irányuló áruforgalmat $t_r^2(u)$.]

4. A korlátozó tényezők meghatározása

A modellre vonatkozó korlátozó tényezők a termelőtevékenységhez szükséges erőforrások korlátos rendelkezésre állásából, valamint az előzetesen rögzített külső paraméterekből származtathatók. A város exportra előállított termékmennyiségének minimálisan el kell érnie az előzetesen meghatározott export igényt. Az áruforgalom volumenéből következő közlekedési áramlatokat t_r szállítási tényező segítségével írhatjuk le, amely kifejezi r . típusú termék szállítási egységéből származtatható közlekedési jellemzőket. A rendelkezésre álló földterület szűkössége meghatározza a közlekedésre és termelésre használható területek maximumát. Abból kiindulva, hogy a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen előállított termékek városközpontba szállítása $\frac{1}{2} \cdot t_r \cdot t_r^1(u)$ teherforgalmat generál (a cellából kifelé irányuló forgalmi áramlatok területegységként átlagosan a cella oldalhosszának felét teszik meg, ezt reprezentálja a kifejezésben szereplő $\frac{1}{2}$ érték), felírhatjuk a központtól u cellányi úthosszra lévő területegységen rendelkezésre álló közlekedési kapacitások és a közlekedési rendszert terhelő közlekedési áramlatok viszonyát. A közlekedési rendszerhez rendelt erőforrások meghatározzák az egyes cellák közlekedési kapacitását. Jelölje $T_k(u)$ a közlekedési rendszer k . szintű terheltségéhez tartozó szabad kapacitásokat.

5. Az optimalizációs eljárás

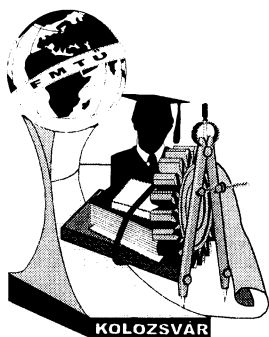
A bemutatott modell szerkezete három különböző szempont szerint vizsgálja a városi környezet felépítésének versenyképességre gyakorolt hatásait (tőke igény, területhasználati költségek, közlekedési költségek) [4]. Az első szögletes zárójelben meghatározott összes tőkeigény a földterületek termelésre és közlekedésre hasznosított hányadának tőkeigényéből tevődik össze, ahol a közlekedési infrastruktúra tőkeigénye a kapacitáskorlátoktól függően kerül meghatározásra [b_{r+2} – infrastruktúra arányos tőkeigény paraméter]. A második szögletes zárójel által határolt kifejezés a városi földterületek felhasználásától [pl.: közlekedési infrastruktúra, ipari termelés, mezőgazdasági termelés] függő területhasználati díjakat írja le. A város gazdasági teljesítőképességét nagymértékben befolyásolja a termelési lánc meghatározó elemeként vizsgálendő közlekedés hatékonysága. Így a harmadik szögletes zárójelben kifejezett költségek a közlekedés teljesítményarányos költségeit foglalják magukba [g_r – fajlagos jármű üzemköltség paraméter], és lehetőséget teremtenek a közlekedési rendszer hatékonyságának optimalizálására.

$$\begin{aligned} \min Z = & R \cdot \left[\sum_u \sum_r \sum_s 4 \cdot u \cdot a_{r'+2,rs} \cdot x_{rs}(u) + \sum_r \sum_s a_{r'+2,rs} \cdot x_{rs}(0) + b_{r'+2} \cdot \sum_u 4 \cdot u \cdot T_1(u) + b_{r'+2} \cdot T_1(0) \right] \\ & + R_A \cdot \left[\sum_u \sum_r \sum_s 4 \cdot u \cdot a_{r'+1,rs} \cdot x_{rs}(u) + \sum_r \sum_s a_{r'+1,rs} \cdot x_{rs}(0) + b_{r'+1} \cdot \sum_u 4 \cdot u \cdot T_1(u) + b_{r'+1} \cdot T_1(0) \right] \quad (1) \\ & + \left[\sum_{u=1}^{\bar{u}-1} \sum_r 4 \cdot u \cdot g_r \cdot (t_r^1(u) + t_r^2(u)) + \sum_u \sum_k 4 \cdot u \cdot c_k T_k(u) + \sum_r g_r^0 \cdot t_r^2(0) + \right. \\ & \left. \sum_k c_k \cdot T_k(0) + \sum_r 4 \cdot \bar{u} \cdot g_r \cdot t_r^1(\bar{u}) + \sum_r l_r^0 \cdot x_r'(0) + 4 \cdot \bar{u} \cdot \sum_r l_r^{u'} \cdot x_r'(u') \right] \end{aligned}$$

Irodalom

1. Mills, E.S., D.M. de Ferranti. Market choice and optimum city size. American Economic Review 61, 1971. 340–345. p.
2. Mills, E.S. Studies in the Structure of the Urban Economy. Baltimore: The Johns Hopkins Press for Resources for the Future, 1972.
3. Mills, E.S. Urban economics. Glenview: Scott, Forsman & Co., 1972.
4. Mills, E.S., MacKinnon, J. Notes on the New Urban Economics. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973. Vol. 4, No. 2. p. 593-601.
5. Kalach F., Szesztai A, Hazai információs rendszerek. Információ Elektronika. 1989 3-4 szám. 141-148 oldal.
6. Lynn Wombold, Edmond Ting. A break form the Past ArcUser 2006. October-December. 12-14p.

Név: **Török Árpád**
 Munkahely: **BME Közlekedésmérnöki Kar - Közlekedésgazdasági tanszék, H-1111 Budapest, Bertalan L.u.2. Z.ép.411.**
 Telefon / Fax: **+36-1-463-1061 / +36-1-463-3267**
 E-mail: **artorok@kgazd.bme.hu**



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

A BIOGÁZ VILLAMOSENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSÁNAK GAZDASÁGI ÉS TECHNOLÓGIAI KÉRDÉSEI

Udvarnagyi Eszter Dorottya

Abstract

The Directive 2001/77/EC (about promotion of electricity produced from renewable sources), together with national intentions to increase the security of energy supply provides a strong incentive to re-evaluate national energy strategies. In Hungary, import-dependence of the energy sector indicates a potential risk of supply; however, it also fosters the realignment of the energy source structure. This paper aims to review the biogas production and its stocks, the energy conversion technologies. The work also includes the identification of social, regulatory, economic, and technical barriers.

Összefoglalás

A 2001/77/EK irányelv (a megújuló energiahordozó bázisú villamosenergia-előállítás támogatásáról) összhangban a nemzeti törekvésekkel, melyek az ellátásbiztonságot célozzák erős ösztönzőként hatnak a nemzeti energiastratégiák újragondolására. Magyarországon az energiaszektor importfüggősége is az ellátásbiztonság lehetséges veszélyeire figyelmeztet, s elősegíti a forrásstruktúra átrendezését. Jelen cikk célja a biogáz termelés technológiáinak és alapanyagainak, valamint az energia-átalakító rendszerek áttekintésén túl a társadalmi, szabályozásból adódó, gazdasági és technológiai akadályok felderítése, azonosítása.

1. Bevezetés

Magyarországon a biomassza gázhalmazállapotú energiahordozóként való hasznosításának – a klímastratégiához való kapcsolódás mellett – a fő motívuma az Országos Hulladékgazdálkodási Tervvel való koherenciája, míg az uniós és nemzeti támogatáspolitikai jelentős gazdasági ösztönzőként is hat [1]. A gáztermelés lehetőségei szerinti két fő csoportosítás (a passzív termelés, vagyis depóniagáz kinyerés és az aktív anaerob fermentációs termelés) mellett lehetséges a nyersanyag szerinti felosztás is. Ez alapján elkülöníthetjük a települési szilárd hulladékot (TSZH), a magas szervesanyag tartalmú ipari és kommunális szennyvizet, az élelmiszeripari (pl. vágóhídi) hulladékokat és a mezőgazdasági melléktermékeket (mint a hígtrágya, szalma). A TSZH az integrált hulladékgazdálkodási és -kezelési modell [2] alapján egyrészt a dobrostán elválasztható magas szervesanyag tartalmú frakciója révén rothasztható, másrészt lerakással spontán keletkezik biogáz, mely jól tervezett gázgyűjtő rendszerrel kinyerhető. A biogáz keletkezése technológiától függetlenül azonos, két fő szakasza az acetogenezis és a metanogenezis – mely biokémiai folyamatok, megfelelő körülményeket biztosítva (hőmérséklet, oxigénhiány, minimum 20% víztartalom, pH) spontán lejátszódnak – az (1) közelítő, tapasztalati egyenlettel foglалható össze:



A biogáz végső, átlagos összetétele, melyet befolyásol mind a kiindulási biomassza összetétele, mind a fermentáció körülményei, az 1. Táblázatban láthatók.

1. Táblázat. Jellemző biogáz összetételek

	Depóniagáz (USA) [1]	Anaerob bontás (USA) [3]	Anaerob bontás (EU) [4]
CH ₄	40-55%	55-65%	50-75%
CO ₂	35-50%	30-40%	25-45%
H ₂ O	1-10%	NA	2-7%
N ₂	0-20%	1-10%	<2%
H ₂ S	<200 ppm	<200 ppm	<1%

2. Biogáz termelése kommunális hulladékból

Települési szilárd hulladék-lerakók esetében nem a gazdaságosság az elsődleges szempont a depóniagáz kinyerés kiépítésekor, sokkal inkább a jogszabályi kötelezettség [5], mely az Európai Unió tagállamoknak egyidejűleg előírja a lerakásra kerülő szervesanyag-mennyiség csökkentését és a depóniagáz gyűjtését. Részben ez az oka annak, hogy a lerakókban keletkező gáz mennyisége nem elégséges a gazdaságos üzemeltetéshez és villamosenergia-termeléshez, így gyakori annak elfáklázása. Nagyobb lerakókban azonban az összegyűjtött biogáz mikroturbinában való égetése fedezheti részben vagy egészben a depónia üzemeltetésének energiaszükségletét (pl. csurgalékvíz-gyűjtés és visszapermetezés – mely a porvédelem mellett kis mértékben növeli a kinyerhető gáz mennyiségét is). A másik fontos gátló tényező, hogy a becsült termelődő biogáz mennyiségnek jellemzően csak töredéke nyerhető ki az üzemeltetés során. Ennek egyik oka, hogy a biogáz jelentős hányada (Themelis és Ulloa becslése szerint 50%-a) a lerakást követő egy évben keletkezik, mikor még nem került a hulladékréteg letakarásra, s a gázkitermelés sem kezdődött meg, illetve takarás előtt oxigén jelenlétében bomlik az ennek a metánmennyiségnek megfelelő szervesanyag [1]. Másik indok a jelenlegi gázkinyerés módszeréből adódik, mely során a depóniát megszívják, s a kinyert gáz helyére a takarórétegen keresztül oxigéndús levegő áramlik, mely aerob viszonyokat teremthet, s a szubsztrát gyors széndioxiddá bomlását okozza. E hatás csökkenthető, ha a gázmotorban, vagy turbinában elégetett gázzal (gyakorlatilag széndioxid-vízgőz keverékével) tartják az kitermelő kutakban az állandó nyomást [6]. Tekintve, hogy a depóniagáz kinyerés és -hasznosítás egyik leglényegesebb indoka az üvegházhatású gázok csökkentése, számos számítás készült, az egyes hulladékkezelési forgatókönyvek [8] mindegyike jelentős széndioxid-megtakarítást prognosztizál, aminek legfőbb oka, hogy becslések szerint a metán a szén-dioxid üvegházhatásának 23-szorosával bír.

3. Szennyvíziszap, hígtrágya és mezőgazdasági melléktermékek anaerob fermentációja

Magas szervesanyag-tartalmú hulladékok (vagy lágyszárú energianövény) anaerob fermentációjával Európa-szerte számos helyen üzemel villamosenergia termelésére (is) alkalmas kezelőmű, igen változatos kapacitással: a 60-200 kW teljesítményű kisgazdaság ellátására alkalmas decentralizált

kezelőműtől [9] a néhány 10 MW-os centralizált kiserőműig, mint Magyarországon a Nyírbátori biogáz-létesítmény (vegyes biomassza-táplálással, 1,6 MW beépített villamos kapacitással [1]).

2. Táblázat. Mezőgazdasági hígtrágya és szennyvíziszap villamos-energetikai hasznosítási lehetőségei [10]

	HÍGTRÁGYA	SZENNYVÍZISZAP
Feldolgozott biomassza	14000 t/év TSZH (szerves frakció) + 73000 t/év trágya	1000000 LE (21400 t szárazanyag/év)
Felhasznált üzemanyag	100000 l/év dízel	2750000 m ³ /év földgáz
Kimenő elektromos áram	6,57 GWh/év	19,27 GWh/év
Kimenő hőenergia	4,40 GWh/év	-
Megtakarított CO ₂	3074,6 t CO ₂ /GWh	3757,1 t CO ₂ /GWh
Beruházási költség	7,9 millió €	26,8 millió €
Termelési költség	0,164 € /kWh (elektromos áram)	0,199 € /kWh

A biogáztermelés egyik kritikus pontja a fermentáció hőmérsékletének (mezo- illetve termofil emésztésről lévén szó általában 50-55°C) biztosítása, melynek esetenként jelentős üzemanyagigénye a 2. összehasonlító táblázatban is megjelenik. A fenntartáshoz szükséges hő biztosítása meghatározhatja a teljes technológia gazdaságosságát, ugyanakkor integrált hulladékkezeléssel és optimális beszállítási távolsággal, magas zöldáram-átvételi ár mellett a biogáz-létesítmények gazdaságosan üzemeltethetők.

4. Biogáz villamos-energetikai hasznosításának technológiai megoldásai

A biogáz villamos-energiává alakításának tradicionális technológiáin a mikroturbinát és a gázmotort értjük [11]. Előbbi olyan kisméretű gázturbina, mely metán és sűrített levegő keverékét égeti el 30-100 kW beépített kapacitás mellett, igen előnyös emissziós értékekkel, melyből 2-3 egység alkalmas egy közepes gazdaság ellátására. A gázmotor akár 1-3 MW kapacitással bíró egységei elsősorban földgázra lettek fejlesztve, de alkalmassá tehetők biogáz tüzelésére is, aránylag magas (43% mechanikus) hatásfokkal, de magas károsanyag-kibocsátással. Innovatív technológiák között megemlíthető a kiskapacitású Stirling-motor, mely magas hatásfok mellett alacsony emisszióval dolgozik, de a 650°C felett 50%-os hatásfokkal működő, közel nulla kibocsátással üzemelő tüzelőanyag-cellák jelenthetik a jövő megoldását, ha sikerül a magas beruházási költséget leszorítani.

3. Táblázat. Az egyes villamosenergia-átalakító technológiák összehasonlító adatai [2]

TECHNOLÓGIA	ELEKTROMOS HATÁSFOK [%]	CO ₂ EMISSZIÓ [µg/kJ]	NO _x EMISSZIÓ [µg/kJ]
Mikroturbina	28	19	15
Gázmotor	33	56,6	56,6
Stirling-motor	38,6	15	3,1
Olvasztott karbonátos tüzelőanyag-cella	50	1,4	nyomokban

Az egyes technológiák összehasonlítását a 3. Táblázat adatai alapján célszerű elvégezni, mely egyértelművé teszi tüzelőanyag cellák előnyét nagy kapacitás-igény esetén, illetve 1 MW alatt a külső égésű Stirling-motorok előnyét. Mindkét technológia hátránya a kevés biogáz-tüzeléses tapasztalat.

5. Összefoglalás

Biogáz termelésével és villamos-energetikai hasznosításával elsősorban hulladékgazdálkodással

összefüggő, decentralizált energiatermelés valósítható meg, így például vidéki gazdaságok energiafelhasználásának csökkentése. Nagyobb kapacitású centralizált villamosenergia-termelésre csak szennyvíziszap-bázisú kiserőművekben van reális lehetőség, itt azonban a költségeket erősen befolyásolhatja az alapanyag beszállítási távolság, az iszap minősége, szárazanyag-tartalma, melyet érdemes mezőgazdasági vagy vágóhídi hulladékkal javítani. A létesítmények társadalmi megítélése nagyban függ a tervezés és kivitelezés gondosságától, ugyanis az elsődleges negatívum az időnként erős szaghatás. Depóniagáz kinyeréssel és hasznosítással a hatályos jogszabályok mellett csak igen kis villamos kapacitás érhető el, itt elsősorban a környezetvédelmi megfontolások dominálnak.

Irodalom

- [1] Dr. Giber J., Gönczi P., Somosi L., Dr. Szerdahelyi Gy., Dr. Tombor A., Varga T., Braun A., Dobos G.: *Az új magyar energiapolitika tézisei a 2006-2013 évek közötti időszakra 12. fejezet*, Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, 2005, 8-13 o.
- [2] Bove, R., Lunghi, P.: *Electric power generation from landfill gas using traditional and innovative technologies*, Energy Conversion and Management, 2006, 1391-1401 o.
- [3] Bove, R., Lunghi, P.: *Experimental comparison of MCFC performance using three different biogas types and methane*, Journal of Power Sources, 2005, 588-593 o.
- [4] Kovács I.: Biogáz, előadás: 2006 február, CEERES konferencia
- [5] 99/31/EC, http://europa.eu.int/comm/environment/waste/landfill_index.htm
- [6] Nicholas J. Themelis, Priscilla A. Ulloa: *Methane generation in landfills*, Renewable Energy, 2006, 1243-1257 o.
- [7] Popov, V.: *A new landfill system for cheaper landfill gas purification*, Renewable Energy, 2005, 1021-1029 o.
- [8] Murphy, J.D., McKeogh, E.: *Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste*, Renewable Energy, 2004, 638-648 o.
- [9] Svensson, L. M., Christensson, K., Bjornsson, L.: *Biogas production from crop residues on a farm-scale level in Sweden: scale, choice of substrate and utilisation rate most important parameters for financial feasibility*, Bioprocess & Biosystem Engineering, 2006, 137-142. o.
- [10] Murphy, J.D., McKeogh, E.: *The benefits of integrated treatment of wastes for the production of energy*, Energy, 2006, 294-310 o.
- [11] Goldstein N.: *Microturbines, Gas Engines Link Biogas to the Grid*, BioCycle, 2006, 59. o.

Udvarnagyi Eszter Dorottya (hallgató)

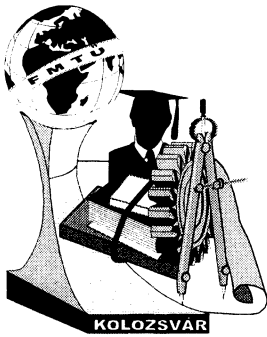
Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki

Kar, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Budafoki út 6-8.

Telefon / Fax: +36-20-2066033

E-mail: udvarnagyi.eszter@eszk.org



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

NAGY NYOMÁSON ÉS MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN MŰKÖDŐ KÍSÉRLETI REAKTOR ANYAGVÁLASZTÁSA

Varga Péter, Barányi István, Nagyné Halász Erzsébet

Abstract

The material selection of an experimental high-temperature pressure vessel containing hydrogen atmosphere is a really complex task. Pressure vessels are conventionally made of steel. Because of the special requirements a wider range of the available and suitable materials (high-temperature metals and composites) was analysed from the point of view of applicability, mechanical stability, high temperature behaviour etc. Finally it was found that the optimal choice is a hardenable high-temperature steel, according to the technological and other (expenses, etc.) parameters.

Összefoglalás

Egy nagy hőmérsékleten és magas hidrogénnyomáson üzemelő kísérleti reaktor anyagválasztása összetett feladat. A nyomástartó edények hagyományosan acélból készülnek, viszont a különleges körülmények miatt más fémek, illetve összetett anyagok alkalmazását is meg kellett fontolni. Végeredményben kijelenthető, hogy a számításba vett technológiai és egyéb (pl. költségek) paraméterek függvényében a nemesíthető melegszilárd acélok köréből került ki a reaktor optimális anyaga.

1. Bevezetés

A BMF Bánki Gépész Kar Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézete kérte fel tanszékünket (BMF BGK Anyag- és Alakítástechnológiai Tanszék) egy általuk fejlesztett kísérleti reaktor anyagának kiválasztására. A reaktorban hidrogént nyeletnek el szilárd anyagban, magas hőmérsékleten és nyomáson.

2. A kísérleti autokláv funkciója, a technológia paraméterei

A tartály nagynyomású hidrogén atmoszférát kell tároljon magas hőmérsékleten. A kísérleti jellegből adódóan a tartály üzeme szakaszos. A tartály térfogata: 2 liter, a nyomásterhelés: 20 MPa, a maximális – számított – ébredő feszültség: 250 MPa, a reaktorban uralkodó hőmérséklet: 600 °C.

3. Az anyagválasztás szempontrendszere

Az anyagválasztás első lépcsőjében az összes anyagcsoportot és a tervezési alapadatokat figyelembe véve szűkítettük a szóbajöhető anyagok körét.

A 600 °C-os üzemi hőmérséklet kizárja a legfeljebb 300 °C-ig alkalmazható polimerek – és azok kompozitjai – alkalmazását. A belső nyomásból adódóan a tartály falában többtengelyű húzófeszültség

ébred. A tömbi kerámia anyagok rendkívül ridegek, ezért nyomástartó edény anyagának nem jöhetnek szóba. Ezekkel szemben a fémek széles választékot kínálhatnak megoldásként. A megfelelő szilárdság melletti nagy szívósságuk és széles felhasználási hőmérséklet tartományuk teszi őket alkalmassá a feladatra. Az előzőek szerint a társított anyagok közül számításba kell venni a fém mátrixú kerámia erősítésű (MMC) kompozitokat.

A második lépcsőben az előzetesen megfelelőnek ítélt anyagcsoportokon belül tovább pontosítottuk a felhasználható anyagok körét. Most már a pontos technológiai paraméterek figyelembevételével végeztük a szűrést. Ezek a folyamat hőmérséklete és ennek egyéb vonzatai, a hidrogén atmoszféra hatásai, illetve a reaktor üzemének jellege voltak.

A nagyobb hőmérsékleten igénybevett anyagok használhatóságát három tényező határozza meg. A nagy hőmérsékletre jellemző szilárdság, a hősokk állóság, és a magas hőmérsékletű korrózióállóság.

A növekvő hőmérséklettel csökken a szilárdság és egyre inkább előtérbe kerülnek a reológiai folyamatok. A reaktor szakaszos üzeméből fakadóan nem a kúszási jellemzőket vettük figyelembe, a kiválasztás szempontja az anyagok magas hőmérsékletű folyáshatára volt. A fémek hűlőkésekkel szembeni ellenállása megfelelő.

Ezek alapján öt csoportra szűkítettük a megfelelő anyagokat: melegszilárd acélötvözetek, titánötvözetek, nikkelötvözetek, kobaltötvözetek, titán mátrixú MMC-k.

3.1 Melegszilárd acélötvözetek

A melegszilárd acélok nem csak ellenállóak a nagyobb hőmérsékleten fokozottan jelentkező oxidációval szemben, hanem jelentős mechanikai terhelést is képesek elviselni.

A hidrogén okozta károsodások nagy szilárdságú acéloknál tűnnek fel. Minél nagyobb a hőmérséklet és a nyomás, annál több és erősebb karbidképző elem ötvözésével lehet a hidrogénnel szembeni ellenállást biztosítani.

A melegszilárd acélok folyáshatára nemesítéssel növelhető, amely egyrészt az alapszövet szilárdságát javítja, másrészt az egyenletes eloszlású karbidok blokkolják a csúszósíkok mozgását.

Az ausztenites szövetű acélok FKK térrácsukból fakadóan szívósak, így ennek, valamint alacsony karbontartalmuknak köszönhetően kevésbé érzékenyek a hidrogén betegséggel szemben.

3.2 Titánötvözetek

A legújabb fejlesztésű titánötvözetek kis sűrűségük mellett az acélokhöz képest magasabb hőmérsékletig ellenállóak az oxidációval szemben és tartják meg szilárdságuk [9]. Kis hőtágulási együtthatójuk miatt hevítéskor és hűtéskor kis termikus feszültségek ébrednek bennük. Magasabb hőmérsékleteken a titán mohón oldja legveszélyesebb szennyezőit (O, N, H.). A hidrogén intersztíciósan oldódva, illetve titánhidrid vegyületet alkotva rideggé teszi, növeli a repedési érzékenységét.

3.3 Nikkelötvözetek

Ellenállóak a korrózióval, a magas hőmérséklettel szemben és nagy szilárdságúak lehetnek. A nikkelt szivós FKK rácsa miatt, és 15% Cr ötvözéssel ellenálló lesz az oxidációval szemben 760 °C felett is.

A nikkelőtvözetek általában immunisak a hidrogén okozta károsodásokkal szemben, kivéve ha szilárdságukat hidegalakítással vagy hőkezeléssel növelték, illetve ha 10%-nál kevesebb Fe van bennük. Az érzékenység csökken a kisebb szilárdsággal és a növekvő öregítési hőmérséklettel.

Al és Ti együttes ötvözésével szegregációsan nemesíthető, a $Ni_n(Al, Ti)$ γ' fázisok magas szilárdságot biztosítanak magas hőmérsékleten, illetve jellemzően szivósak eltérően a többi intermetallikus fázistól.

3.4 Kobaltötvözetek

A kobalt a nikkellel rokon fém. Korrózióállósága kitűnő, szegregációsan nemesíthető ötvözetek nagyobb hőmérsékletig alkalmazhatóak, mint a nikkelőtvözetek.

3.5 Titán mátrixú MMC-k

A titán tulajdonságairól már esett szó. A kerámiával erősített kompozitok nagyobb tartalékokkal rendelkeznek, mint a fémek. Adott hőmérsékleten magasabb szilárdsági és szívóssági értékekkel bírnak, és jóval kisebb a hőtágulási együtthatójuk.

Legjellemzőbb képviselőjük a folytonos SiC szálerősítésű titán kompozitok.

4. A tervezés utolsó szakasza

A tartályt forgácsolják és a megfelelő felületi minőség elérése érdekében három szelvényből állítják össze, hegesztéssel.

Mind a nemesíthető, mind az ausztenites melegszilárd acélok kínálnak megfelelő mechanikai tulajdonsággal rendelkező választást ($R_{p0,2}=305$, ill. 365 MPa 600 °C-on [1]). Az ausztenites minőség hegesztése jóval könnyebb, viszont drágább, mint a nemesíthető ($2-3 / 5,5-8,5$ USD/kg [10]). A nikkelőtvözetek hegeszthetősége hasonlóan jó, mint az ausztenites acéloké, folyáshatáruk mintegy $1,5$ szerese az acélok hasonló értékének ($R_{p0,2}=573$ MPa [1]), viszont áruk is $2-10$ szerese azokénak ($13-26$ USD/kg [10]). A kobaltötvözetek tulajdonságai ezeket a jellemzőket is felülmúlják, ezt áruk is mutatja ($20-110$ USD/kg [10]).

MMC-ből egy darabban lehetne elkészíteni a tartályt, mechanikai tulajdonságaik jóval a kívánalmak felettiek ($R_m=1500-2000$ MPa, és 600 °C-ig alig csökken [8]). Áruk $2100-3000$ USD/kg [10].

A technológiailag, mechanikailag megfelelő megoldások közül a leginkább költséghatékonyat választottuk, a nemesíthető melegszilárd acélok köréből az X19CrMoNbVN11-1 (1.4913) jelűt.

6. Következtetések

Az optimális anyagválasztáshoz a folyamatnak együtt kell haladnia a gyártmány tervezésének folyamatával, egyre szűkítve a felhasználható anyagok körét. A koncepció kialakításánál valamennyi anyagot figyelembe vevően kell egy előzetes szűrést végezni a feladatnak megfelelően. A közelítő tervezésnél az anyagtulajdonságok, technológiai paraméterek, alakjellemzők, stb. figyelembevételével jelölhető meg az anyagok szűkebb köre. A tervezés részletes szakaszában kell az egyetlen optimális anyagot kijelölni a végső tulajdonságok és szempontok ismeretében.

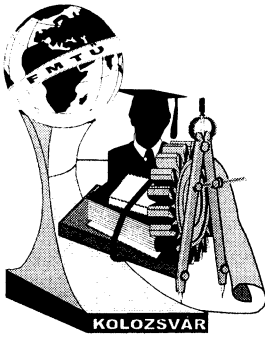
Irodalom

- [1] Szabadits, Ö. összeállításában: *Acélok, öntöttvasak szabványgyűjtemény*, MSZT Szabványkiadó, Budapest, 2005
- [2] Kisfaludy, A., Réger M., Tóth L.: *Szerkezeti anyagok II.*, BDMF, Budapest, 1995
- [3] Kisfaludy, A., Réger M., Tóth L.: *Szerkezeti anyagok III.*, BDMF, Budapest, 1994
- [4] Gáti J., Kovács M.: *A titán és ipari alkalmazása*, BME, Budapest, 1982
- [5] ASM Handbook, Vol. 1: *Properties and selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*, ASM International, USA, 1990
- [6] ASM Handbook, Vol. 2: *Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*, ASM International, USA, 1991
- [7] ASM Handbook, Vol. 13: *Corrosion*, ASM International, USA, 1987
- [8] Engineered Materials Handbook Vol. 1: *Composites*, ASM International, USA, 1989
- [9] Blenkinsop P. A.: *Titanium Alloys. Advances in alloys, processes, products and applications*, EUROMAT '93, Párizs, 1993, 161-169 oldal
- [10] Cambridge University Engineering Dept.: *Cambridge Engineering Selector Version 4.5*, Granta Design Ltd., Cambridge, 2004

Varga Péter, intézeti mérnök
 BMF BGK AGI Anyag- és Alakítástechnológiai
 Szakcsoport
 Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8.
 +36-1-6665386 / +36-1-6665494
 varga.peter@bgk.bmf.hu

Barányi István, tanársegéd
 BMF-BGK-GBI
 Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8.
 +36-1-6665337 / +36-1-6665484
 baranyi.istvan@bgk.bmf.hu

Nagyné Halász Erzsébet, főiskolai adjunktus
 BMF BGK AGI Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport
 Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.
 +36-1-6665386 / +36-1-6665494
 nagyne.halasz@bgk.bmf.hu



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16-17.

VILLAMOSENERGIA-RENDSZER STABILITÁS- VIZSGÁLATA KÖZVETLEN MÓDSZEREKKEL

Vokony István, Székely Ádám, Barbarics Tamás dr.

Abstract

The main categories of stability assessment of large power systems are static, small signal and transient stability. For the first two categories, load-flow algorithms and methods well known from linear network theory provide sufficiently accurate results, with an amount of calculation easy to handle. However, in the case of transient stability assessment (i.e. examining the effect of a major change – such as line fault – in system state), the requirements of accuracy and perspicuous results can often not be fulfilled simultaneously. Simulating a single process in the time-domain usually requires a considerable amount of calculation, while the type and location of fault having the largest effect on stability can only be determined after numerous simulations. From the above, it is clear that transient stability of a certain system state is an important property that is difficult to quantify. Realizing this problem, several so-called stability indices have been introduced, that try to quantify transient stability without time-consuming numerical simulations, applying different physical principles. In our paper, we briefly summarize the concept, calculation and application possibilities of a selected index, based on international publications.

Összefoglalás

Az igen nagy kiterjedésű és összetettségű villamosenergia-rendszerek stabilitásvizsgálata a statikus, a kisjelű és a tranziens stabilitás vizsgálatát jelenti. Az előbbieket vizsgálataira a load-flow algoritmusok illetve a lineáris hálózatok elméletéből ismert módszerek kielégítő pontosságú eredményt szolgáltatnak, számításigényük kezelhető. A tranziens stabilitás vizsgálata, azaz valamely jelentős üzemállapot-változás (üzemzavar) hatásának feltérképezése esetén azonban ez a két igény (megfelelő pontosság és áttekinthető eredményhalmaz) gyakran nem elégíthető ki egyidejűleg. Tetszőleges üzemállapotban lezajló folyamatok részletes időbeli szimulációjának számításigénye általában igen jelentős, és sokszor nehezen, csak a szimulációk sokszoros futtatása után dönthető el, hogy egy üzemállapot tranziens stabilitására a hálózat mely pontján fellépő, milyen jellegű zavar lehet a legnagyobb hatással. A fentiekből láthatóan egy üzemállapot tranziens stabilitása több okból is nehezen számszerűsíthető jellemzőnek bizonyul. A nemzetközi szakirodalomban – a fenti problémákat felismerve – több, különböző fizikai alapon nyugvó, úgynevezett tranziens stabilitási index került bevezetésre, melyek közös jellemzője, hogy egy adott üzemállapot stabilitásának mértékét egyetlen mérőszámmal jellemzik, amely mérőszám meghatározásához nincs szükség időbeli szimulációs számításokra, ezáltal a számításigény jelentősen csökken. Tanulmányunkban a külföldi szakirodalom alapján áttekintjük egy kiválasztott stabilitási index fizikai hátterét, számítási módját és alkalmazásának lehetőségeit.

1. Bevezetés

A magyarországi gyakorlatban stabilitásvizsgálatot a hálózattervezés folyamán a tervezők végeznek, vagy esetenként az üzem előkészítés fázisában a rendszerirányító. Az UCTE Üzemviteli Kézikönyv hatályos eljárásrendje előírja, hogy a rendszerirányítónak rendelkeznie kell olyan stabilitásvizsgáló eljárással, amely a hálózat tervezéséhez és a villamosenergia-rendszer jelentős változásait megelőzően alkalmas az UCTE Üzemviteli Kézikönyv által megadott stabilitási kritériumok és követelmények

teljesülésének ellenőrzésére. Jelenleg nincs egységesen elfogadott, alkalmazható, megfelelően paraméterezett, dinamikus vizsgálatok végzéséhez szükséges rendszermodell és az ahhoz tartozó elemző eljárás.

Az UCTE Üzemviteli Kézikönyv egyértelműen a nagy változások következtében fellépő elektromechanikai lengésekkel járó folyamatok vizsgálatát tekinti a stabilitásvizsgálat céljának. A nemzetközi szakirodalom a nagy energiarendszerek üzemeltetésével kapcsolatos stabilitásvizsgálatot a dinamikus biztonság elemzéseként, becsléseként tárgyalja. Felmerülhet az igény olyan állandósultnak tekinthető üzemiállapotokra vonatkozó, stabilitással összefüggő elemzésekre, amelyek arra keresnek választ, hogy a rendszerirányítói gyakorlatban használt kontingencia-analízisen, terhelhetőségi és feszültség-határérték figyelésen túl szükséges-e az adott üzemiállapot statikus stabilitására jellemző mutatók meghatározása, használata.

A kutatás célja, hogy a nemzetközi szakirodalomban megtalálható stabilitási indexek fizikai háttérét is áttekintve, elemezzük az egyes indexek számítása alapján levonható következtetések megbízhatóságát, az alkalmazás lehetséges területeit és korlátait.

2. Tranziens stabilitási index

A hivatkozott tanulmány [1] szerzői egy új megközelítést találtak ki az on-line tranziens stabilitás vizsgálatának, ami megbízhatóan, a meghatározott nagyon pontos karakterisztikákkal képes egy valós képet mutatni egy rendszer „robotusságáról” működés közben. Az alapötlet a következő: szimulációk során a kritikus zárlatfenntartási idő-t, és a generátor szöggyorsulását összehasonlítva, egy jellegzetes karakterisztikát kapunk, ami kellő számú mérést elvégezve használható eredményekre vezet. Ezután pusztán az index – gyorsan elvégezhető számítások alapján meghatározott – értékéből vonhatunk le következtetéseket a vizsgált üzemiállapot stabilitására, illetve esetleg egy tervezett kapcsolás hatására vonatkozóan.

Ezt a folyamatot analitikusan három lépésben lehet összefoglalni:

- adott üzemiállapot mellett 3F zárlatot feltételezünk az i -edik gép kapcsain t_0 -ban, és kiszámítjuk az adott gép szöggyorsulásának és a rendszer átlagos szöggyorsulásának különbségét;
- hasonlóan járunk el a rendszer valamennyi vizsgált gépegységére;
- a kapott értékek közül a legnagyobbat definiáljuk tranziens stabilitási indexként (TSI).

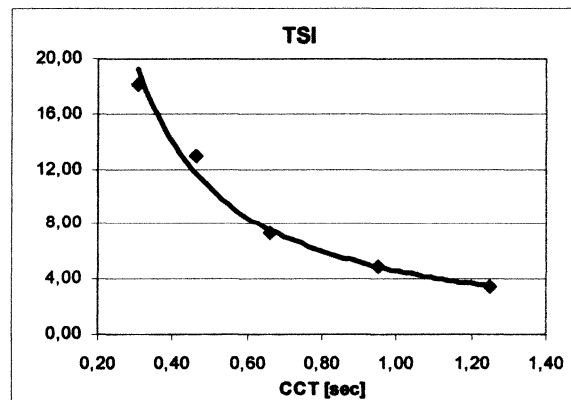
A számítás módját itt nem részletezzük, az a hivatkozott tanulmányban [1] megtalálható. Tanulmányunk további részében kitérünk egy mintahálózat különböző üzemiállapotaiban kapott TSI index értékek és időbeli szimuláció eredményeinek összevetéséből levonható következtetésekre.

3. Modell-számítások

A számításaink elvégzésére létre kellett hozni egy modellhálózatot, azaz különböző feszültségű gyűjtősínek, transzformátorok, fogyasztók, generátoros betáplálások, vezetékek számítására alkalmas, életszerű paraméterekkel rendelkező minta-hálózatot. Ezek után load-flow számítás eredményeinek felhasználásával meghatároztuk egy egyszerűsített modell paramétereit, amely a vizsgált gép felől „látott” hálózatot egyetlen ideális forrással és egy impedanciával helyettesíti. A számítás menete megtalálható hivatkozott, bővebb tanulmányunkban [2].

A modell paramétereinek, valamint a load-flow számítások eredményeinek ismeretében meghatároztuk a gyűjtősín-zárlat esetén a vizsgált gépegység által betáplált zárlati áramot, majd mechanikai paraméterek ismeretében a fellépő szöggyorsulásokat, amelyek a TSI számításának alapját képezik. A számításokat Excel környezetben valósítottuk meg, amely kevésbé praktikus nagyobb hálózatok paramétereinek bevitele esetén. További munkánk során vizsgálni fogjuk a MatLab környezetben egyszerűen megvalósítható, hálózatszámítási algoritmusok alkalmazásának lehetőségét a TSI egyszerűbb, szinte automatizált kiszámítására.

A stabilitási indexek információ-értékének vizsgálata céljából össze kívántuk hasonlítani azokat az egyes zárlatok kritikus fennmaradási idejével, melynek számítását az egyenlő területek módszeréből (lásd [3]) kiindulva, illetve időtartomány-beli szimuláció segítségével is elvégeztük. (A kétféle úton kapott eredmények a vizsgált esetek többségében jó egyezést mutattak.)



1. ábra. Tranziens stabilitási index és kritikus zárlathárítási idő összefüggése

A karakterisztika egyértelmű, monoton függést mutat mind az egyenlő területek módszere, mind az időbeli szimuláció alapján (topológia változtatása nélkül) számított kritikus zárlatfennmaradási idő (critical clearing time, CCT), és a vizsgált stabilitási index között. Ez alapján elmondható, hogy a stabilitási index értékéből – a modell érvényességét befolyásoló követelmények betartása esetén – megalapozott következtetés vonható le a rendszer tranziens stabilitásra vonatkozó állapotára.

SZERZŐK JEGYZÉKE

A		D	
<i>Ádámné Major Andrea</i>	1	<i>Dán András Dr.</i>	57
		<i>Decsi Tamás</i>	57
		<i>Dudás Illés Dr.</i>	73
B		F	
<i>Bagyinszki Gyula</i>	5, 161		
<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	11		
<i>Balázs Gergely György</i>	15, 177	<i>Farkas Gabriella</i>	61
<i>Baranyai Viktor Zsolt</i>	19	<i>Fazekas Gábor</i>	65
<i>Barányi István</i>	23, 201	<i>Fekete-Szücs Dániel</i>	69
<i>Barbarics Tamás Dr.</i>	205	<i>Felhő Csaba</i>	73
<i>Barta István</i>	27, 125	<i>Fúzi Beatrix</i>	77
<i>Belina Károly Dr. habil</i>	1		
<i>Bitay Enikő Dr.</i>	5, 31, 161		
<i>Bíró Szabolcs</i>	89	Gy	
<i>Bodnár Krisztina</i>	49		
<i>Borossay Béla</i>	27, 125	<i>Gyenge Csaba Dr.</i>	XI
<i>Bőjte György</i>	53		
Cs		H	
		<i>Hodány Ákos</i>	81
<i>Cselényi József Dr. Prof.</i>	173	<i>Horoszné Gulyás Margit</i>	85
		<i>Horváth Richárd</i>	89

H		N	
<i>Horváth Zoltán</i>	93	<i>Németh János Dr.</i>	
J		O	
<i>Juhász Krisztina</i>	97	<i>Orbán György</i>	141
K		P	
<i>Kaulics Nikoletta</i>	101	<i>Paróczai Csilla</i>	145
<i>Kavas László</i>	105	<i>Péter László Dr.</i>	181
<i>Kecskés Bertalan</i>	109	<i>Pinke Péter Dr.</i>	149
<i>Kerekes Sándor</i>	15, 177	<i>Pokorádi László Dr.</i>	XXV
<i>Kocsis Ákos</i>	113		
<i>Kodácsy János Dr.</i>	XXIII		
<i>Koncsik Zsuzsanna</i>	137	R	
<i>Kovács Attila</i>	117		
<i>Kovács Petra</i>	121	<i>Réti Tamás Dr.</i>	31, 153
<i>Kovács Tünde</i>	27, 125, 133, 153	<i>Réger Mihály Dr.</i>	153
<i>Kupi András</i>	133		
<i>Kuzsella László</i>	137	S	
M		<i>Schavanner Norbert</i>	157
		<i>Sebestyén Anita</i>	161
<i>Marosné Dr. Berkes</i>		<i>Solecki Levente</i>	125
<i>Mária Dr.</i>	101, 137	<i>Suplicz Sándor</i>	XXIX
<i>Márton László Dr.</i>	XIX	<i>Svidró Péter</i>	169
N		Sz	
<i>Nagyné Halász Erzsébet</i>	161, 201	<i>Szabados Gábor</i>	173

Sz		U	
<i>Szentmiklóssy Balázs</i>	<i>15, 177</i>	<i>Udvarnagyi Eszter Dorottya</i>	<i>197</i>
<i>Székely Ádám</i>	<i>205</i>		
<i>Székelyhidi Elek</i>	<i>23</i>		
<i>Szigeti Ferenc Dr.</i>	<i>181</i>	V	
<i>Szűcs András</i>	<i>113</i>		
<i>Szűcs István</i>	<i>19, 185</i>	<i>Varga Gyula Dr.</i>	<i>117</i>
		<i>Varga Péter</i>	<i>23, 201</i>
		<i>Végyvári Ferenc</i>	<i>65</i>
		<i>Vokony István</i>	<i>205</i>
T			
<i>Torkos Zoltán</i>	<i>133, 189</i>		
<i>Török Árpád</i>	<i>193</i>		

Támogatók

Dr. Báródy Imre – Anglia

HAROLT Kft.

MATPLAST Rt.

MATRICA Rt.

IKOS-CONF Rt.

HARTPLAST Rt.

PERLA HARGHITEI Rt.

CONSACT CONSULTING Kft.

ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZAKOSZTÁLYA
Ro, 400009 Kolozsvár/Cluj, Jókai/Napoca utca 2-4.
Postafiók: O.P. 191., Tel/Fax:+40-264-595176,
Mobil: +40-740-589718, Honlap: <http://www.eme.ro>
e-mail: titkarsag@eme.ro, fmtu@eme.ro