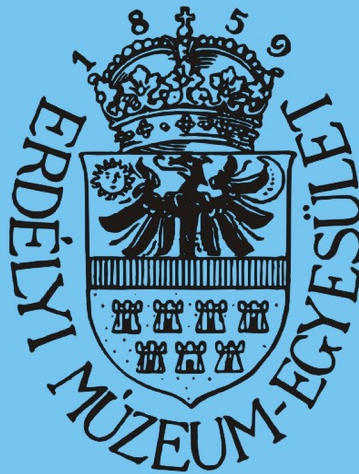


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



*FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA*

XVIII.



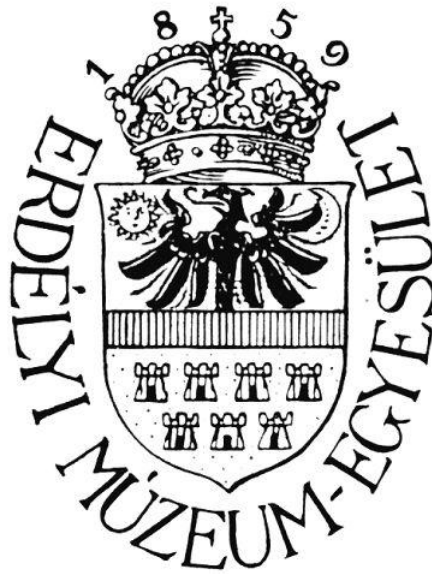
Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2013

FMTÜ XVIII.

***NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS
KONFERENCIA***

***INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE***



***Kolozsvár
2013. március 21–22.***

Programbizottság*Máté Márton**Talpas János***Tudományos bizottság**Elnök: *Gyenge Csaba*Titkár: *Bitay Enikő**Alpek Ferenc (Budapest)**Csibi Vencel (Kolozsvár)**Csizmadia Béla (Gödöllő)**Danyi József (Kecskemét)**Dávid László (Marosvásárhely)**Dobránszky János (Budapest)**Dudás Illés (Miskolc)**Delesega Gyula (Temesvár)**Gobesz Ferdinánd-Zsongor (Kolozsvár)**Guttman Szabolcs (Kolozsvár)**Hollanda Dénes (Marosvásárhely)**Imecs Mária (Kolozsvár)**Kakucs András (Marosvásárhely)**Kerekes László (Kolozsvár)**Kis Zoltán (Kolozsvár)**Kodácsi János (Kecskemét)**Kovács-Cuskon Tünde (Budapest)**Márton László (Gyergyószentmiklós)**Máté Márton (Marosvásárhely)**Orbán Ferenc (Pécs)**Péter László (Nyíregyháza)**Pinke Péter (Nagyszombat)**Pokorádi László (Debrecen)**Réger Mihály (Budapest)**Réti Tamás (Budapest)**Roósz András (Miskolc)**Sándor László (Kolozsvár)**Sikolya László (Nyíregyháza)**Székely Gyula (Marosvásárhely)**Tiba Zsolt (Debrecen)**Tisza Miklós (Miskolc)**Varga Béla (Brassó)**Verő Balázs (Budapest)**Végyvári Ferenc (Kecskemét)***ISSN 2067 - 6 808**

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

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

online elérhető / online available at:

<http://eda.eme.ro/handle/10598/26764>

Kiadó: Erdélyi Múzeum-Egyesület**Felelős kiadó: Biró Annamária****Szerkesztő: Bitay Enikő****Műszaki szerkesztő: Szilágyi Júlia, Talpas János**

Kolozsvárt, 2013. március 21-én.

TARTALOMJEGYZÉK

Gyenge Csaba ELŐSZÓ	19
1. Czigány Tibor POLIMER SZERKEZETI ANYAGOK MŰSZAKI ALKALMAZÁSAI.....	21
2. Sikolya László KUTATÁS FEJLESZTÉS A NYÍREGYHÁZI FŐISKOLA MŰSZAKI ÉS MEZŐGAZDASÁGI KARÁN	25
3. Gyenge Csaba A SZÉLTURBINÁK HAJTÓMŰVEIKBEN ALKALMAZOTT FOGASKEREKEK CNC FOGKÖSZÖRÜLÉSE	35
4. Bagyinszki Gyula, Rácz Pál FÉL ÉVSZÁZAD A MŰSZAKIAK KÉPZÉSÉBEN	47
5. Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő A LÉZERES ANYAGMEGMUNKÁLÁS VESZÉLYESSÉGE	51
6. Bán Melinda, Sélley Torda László, Bognár Eszter ÉRTÁGÍTÓ ÉS VEZETŐDRÓT KAPCSOLATA SORÁN FELMERÜLT PROBLÉMA ESETTANULMÁNYA	57
7. Barányi István, Gonda Viktor ABRÁZIÓSAN KOPTATOTT FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIÁJÁNAK JELLEMZÉSE AZ ÉRDESSÉGI PARAMÉTEREKSEL	61
8. Barcsák Csaba, Marcsák Gábor, Jármái Károly OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ÉS TESZTFÜGGVÉNYEK FEJLESZTÉSE	65
9. Bera József, Pokorádi László MŰSZAKI KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS A KOCKÁZATKEZELÉS ÖSSZEFÜGGÉSEI ..	69
10. Bitay Enikő BEVONATOLT GYORSACÉLOK KOPÁSÁLLÓSÁGA	73
11. Bitay Enikő, Máté Márton MARTIN LAJOS A FELTALÁLÓ MÉRNÖK ÉS LEBEGŐKEREKE	77

12. <i>Bocsi Róbert, Horváth Géza, Hanák László, Hodai Zoltán</i> FOTOBIOREAKTORBAN TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSA	83
13. <i>Bukodi Norbert István, Czifra Árpád</i> KÜLÖNBÖZŐ MEGMUNKÁLÁSÚ FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIAI SAJÁTOSSÁGAI.....	87
14. <i>Buzetzký Dóra, Fórián Sándor</i> ARTÉZI KUTAK VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATA NAGYSZALONTÁN	91
15. <i>Csesznok Sándor, Szalóki István, Sipos Sándor</i> KÜLÖNLEGES MOZGÁSCIKLUSOK - TROCHOIDÁLIS MARÁS	95
16. <i>Czap László, Pintér Judit Mária</i> A BESZÉDPRODUKCIÓ AUTOMATIKUS MINŐSÍTÉSE HALLÁSSÉRÜLTEK BESZÉLNI TANÍTÁSÁHOZ	99
17. <i>Dányi Tibor Zoltán</i> A VÁROSI SZEGREGÁCIÓ CSÖKKENTÉSÉNEK ÉPÍTÉSZETI LEHETŐSÉGEI	103
18. <i>Darvay Zsolt, Mester Ágnes, Papp Ingrid-Magdolna, Takács Petra-Renáta</i> EGY ÚJ NEM MEGENGEDETT BELSŐPONTOS ALGORITMUS A LINEÁRIS OPTIMALIZÁLÁSBAN	107
19. <i>Darvay Zsolt, Papp Ingrid-Magdolna</i> KONVEX KVADRATIKUS OPTIMALIZÁLÁSI ALGORITMUS ÚJ ELMOZDULÁSVEKTORRAL	111
20. <i>Darvay Zsolt, Takács Petra-Renáta</i> EGY ÚJ RÖVID LÉPÉSES ALGORITMUS KONVEX OPTIMALIZÁLÁSI FELADATRA LINEÁRIS FELTÉTELEKKEL	115
21. <i>Debreczeni Bence</i> A MAXIMÁLISAN ÁTHEGESZTHETŐ ILLESZTÉSI HÉZAG VIZSGÁLATA A CLOOS MIG/MAG ELJÁRÁSAIVAL PA-I VARRATOK ESETÉN	119
22. <i>Drégelyi-Kiss Ágota, Fülöp Daniella, Nagy Júlia</i> BIZONYTALANSÁGOK A HOSSZMÉRÉSTECHNIKÁBAN	123
23. <i>Drégelyi-Kiss Ágota, Krizsán József</i> PORFESTÉSI FOLYAMAT FEJLESZTÉSE KÍSÉRLETTERV SEGÍTSÉGÉVEL	127
24. <i>Fábián Enikő Réka</i> HIDEGALAKÍTÁS HATÁSA A LÁGYACÉLOK SZÖVETSZERKEZETÉRE	131

25. Fórián Sándor, Kovács Enikő, Szabolcsik Andrea VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATAINK A FELSŐ-TISZA MÁRAMAROSI VÍZGYŰJTŐJÉN.	135
26. Gáti József, Kuti János AKI KEREKEKRE TETTE AMERIKÁT. 150 ÉVE SZÜLETETT HENRY FORD	139
27. Goda Adrienn, Medina Viktor, Zsidai László A TERMELÉSI ÉS INFORMÁCIÓS TECHNOLÓGIA ELEMZÉSE, KÜLÖNBÖZŐ IPARÁGAK ESETÉBEN	143
28. Hervay Péter, Horváth Richárd, Teizenhoffer Gyula XIX. SZÁZADI PÁSZTORHARANG RESTAURÁLÁSA	147
29. Hodai Zoltán, Horváth Géza, Hanák László, Bocsi Róbert ALGATECHNOLÓGIAI BESŰRÍTÉSI MŰVELETEK	151
30. Hollanda Dénes, Máté Márton HENGERFELÜLETTEL ÉLEZETT ALAKOS TÁRCSAMARÓ GEOMETRIÁJA	155
31. Horváth Richárd, Mátyási Gyula ALUMÍNIUM ALKATRÉSZEK FORGÁCSOLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA KÍSÉRLETTERV ALKALMAZÁSÁVAL	159
32. Jónás Szabolcs, Szávai Szabolcs, Rózsahegyi Péter, Beleznai Róbert, Kelenföldi Brigitta SMALL PUNCH VIZSGÁLAT ALKALMAZÁSA MECHANIKAI ANYAGJELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSÁRA	163
33. Jónás Szabolcs, Szávai Szabolcs MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN ÜZEMELŐ BERENDEZÉSEK ON-LINE MONITORINGOZÁSI LEHETŐSÉGE	167
34. Kalmár László, Hellmann Ralf, Rékert Tamás, Vigh Viktor UV LED MODULBAN KIALAKULÓ HŐÁTVITELI FOLYAMAT VIZSGÁLATA	171
35. Károly Dóra, Kovács Miksa, Terdik Attila, Bognár Eszter, Dobránszky János KOSZORÚÉRSZTENTEK FÉMMELEL FEDETT FELÜLETÉNEK VIZSGÁLATA	177
36. Katona Bálint, Náday Lilla, Nagy Péter, Terdik Attila, Bonyár Attila, Weszl Miklós, Bognár Eszter TITÁN MINTÁK ANODIZÁLÁSA ÉS BAKTERIOLÓGIAI VIZSGÁLATA	181
37. Kisfaludi-Bak Zsombor, Takács Petra-Renáta ELOSZLÁSI FÜGGVÉNYEK NÉHÁNY ALKALMAZÁSA AZ ÉPÍTÉSZETBEN	185

38. Kocsisová Edina, Dománková Mária MÁSODLAGOS FÁZISOK KIVÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA AISI 316 AUSZTENITES KORROZIÓÁLLÓ ACÉLBAN	189
39. Korom Dániel Péter CSŐALAKÍTÁS ROBBANTÁSSAL	193
40. Kota László, Jármái Károly MŰSZAKI FELÜGYELETI ÉS KARBANTARTÓ RENDSZEREK OPTIMÁLÁSA ADAPTÍV MÓDSZEREK FELHASZNÁLÁSÁVAL	197
41. Kovács-Coskun Tünde, Völgyi Bálint, Sikari-Nágl István KONTAKTKORROZIÓS JELENSÉG TANULMÁNYOZÁSA ACÉL ALUMÍNIUM PÁROSÍTÁSÁNÁL	201
42. Kovács György KÖZÚTI ÁRUSZÁLLÍTÓ JÁRATOK KÖLTSÉGHATÉKONY ÜZEMELTETÉSE	205
43. Kovács Miksa, Károly Dóra, Terdik Attila, Bognár Eszter KOSZORÚÉRSZTENTEK MODELLEZÉSE ÉS SZIMULÁCIÓJA	209
44. Kövesi Adrienn, Bognár Eszter, Erdélyi Gábor BIO-INTRAFIX INTERFERENCIA CSAVARVIZSGÁLATA RAMAN-SPEKTROSKÓPIÁVAL	213
45. Kozma Bálint, Simon Gergely MAGAS SZÉNTARTALMÚ ACÉL FŰRÉSZLAPOK TIG HEGESZTÉSE	217
46. Kozma Kata, Kuti János PERLIT, HŐSZIGETELŐ ÁSVÁNYUNK	221
47. Kurucz Tamás, Szendefy Judit FEJLESZTÉSEK A MAGYAR CUKOR ZRT. BIOGÁZ ÜZEME TERÜLETÉN	225
48. Kuti József, Galambos Péter, Baranyi Péter IMPEDANCIA MODELL ALAPÚ ROBOT INTERAKCIÓ IDŐKÉSÉS- ÉS MEREVSÉGFÜGGŐ POLITOPIKUS LPV MODELLEZÉSE	229
49. Lendvai László, Gonda Viktor VISZKOELASZTIKUS VIZSGÁLAT MODELLEZÉSE	233
50. Lengyel Ákos, Kertész Anna, Bognár Eszter, Micsik Tamás, Dévényi László ELHUNYTBÓL ELTÁVOLÍTOTT SZTENT VIZSGÁLATI METODIKÁJA	237
51. Lőrincz Katalin, Porkoláb Péter, Rácz Pál CSŐ-RÚD KÖTÉSEK KÉSZÍTÉSE ELEKTROMÁGNESES ALAKÍTÁSSAL	241

52. Madarász Sándor, Százvai Attila PLAZMAVÁGÓ GÉP TERVEZÉSE ÉS ELKÉSZÍTÉSE	245
53. Mészáros Levente, Dunavölgyi Dávid AZ ALKALMAZHATÓ MINIMÁLIS, CLOOS-ROBOTTAL HEGESZTHETŐ LEMEZ- VASTAGSÁG MEGHATÁROZÁSA ÖTVÖZETLEN SZERKEZETI ACÉLOKNÁL	249
54. Molnár Attila, Pataki Beáta, Czédli Herta, Braun Mihály A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBŐL SZÁRMAZÓ NEHÉZFÉMEK HATÁSAINAK VIZSGÁLATA DEBRECEN FORGALMI CSOMÓPONTJAIBAN	253
55. Mucsi András ALN KIVÁLÁS MÉRÉSE ÉS SZIMULÁCIÓJA MELEGEN HENGERELT LÁGYACÉL TEKERCSEBEN	257
56. Mucsi András LÁGYACÉLOK FELSŐ FOLYÁSI PONTJÁNAK FÉMTANI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI ELEMZÉSE	261
57. Nádai Lilla, Katona Bálint, Terdik Attila, Nagy Péter, Weszl Miklós, Bognár Eszter TITÁN KÉMIAI MARATÁSA ÉS ELEKTROPOLÍROZÁSA	265
58. Nagy Marianna A MIMÉZIS SZEREPE AZ ÉPÍTÉSZETBEN	269
59. Nagy Pál, Gonda Viktor KÖNYÖKSZAJTOLÁS VÉGESELEMES MODELLEZÉSE	273
60. Németh Ferenc László WANKEL MOTOR FELÉPÍTÉSE, MAZDA RENESIS VIZSGÁLATA	277
61. Orbán Ede Gyula, Tamási Szilveszter CLOOS ROBOTTAL TÖRTÉNŐ MAG-HEGESZTÉS ELJÁRÁSVÁLTOZATAI ÁLLAPOTFELÜGYELET TERVEZÉSÉNEK	281
62. Orbán György KERESZTÉNY ZARÁNDOKLATOK ÉS ÉPÍTÉSZETI SZÜKSÉGLETEI	285
63. Orbán György KERESZTÉNY ZARÁNDOKÚTVONALAK INFRASTRUKTÚRÁJA	289
64. Pammer Dávid, Bognár Eszter CSONTPÓTLÓ GRANULÁTUMOK GEOMETRIAI TULAJDONSÁGA	293

65. Papp Viktória, Marosvölgyi Béla AGRIPELLETEK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK ÉS HASZNOSÍTÁSÁNAK ENERGETIKAI KÉRDÉSEI	297
66. Pataki Bernadeth, Bitay Enikő, Szakmány György, Csifó Irma, Konyelicska Lóránd, Veress Erzsébet POROLISSUMI (MOJGRÁD, ZILAH, ROMÁNIA) RÓMAI KORI KERÁMIÁK KÖZZETANI MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATA	301
67. Pataki Bernadeth, Bitay Enikő, Bratu Ioan, Indrea Emil, Csifó Irma, Konyelicska Lóránd, Veress Erzsébet A POROLISSUMI (MOJGRÁD, ZILAH, ROMÁNIA) RÓMAI KORI TEMETŐ KERÁMIAELELETEINEK ÁSVÁNYTANI (FTIR, XRD) JELLEMZÉSE	307
68. Pinke Péter AZ ACÉL KARBONTARTALMÁNAK HATÁSA A KOPÁSI FOLYAMATRA	315
69. Pintér László, Palásti Kovács Béla A FELÜLETI MIKROGEOMETRIA ÉS A TŰRÉS KAPCSOLATA	319
70. Plesz Tímea, Kuti János A PORLASZTÓ MEGSZÜLETÉSÉNEK TÖRTÉNETE	323
71. Pokorádi László, Bera József HELIKOPTER LESZÁLLÓHELY ZAJKIBOCSÁTÁSÁNAK MONTE-CARLO SZIMULÁCIÓJA.....	327
72. Porkoláb Péter FEGYVERNEKI FROMMER RUDOLF ÉLETE JELENTŐS HADITECHNIKAI ALKOTÁSAINAK TÜKRÉBEN	331
73. Ráczkövi László CBN FORGÁCSOLÓ SZERSZÁMOK KOPÁSÁNAK VIZSGÁLATA	335
74. Réger Mihály, Alfred Ender SZEKUNDER ÜSTMETALLURGIAI SALAK VISZKOZITÁSA	339
75. Réti Tamás, Fried Zoltán, László István, Drégelyi-Kiss Ágota FULLERÉNEK STABILITÁSÁNAK PREDIKCIÓJA TOPOLOGIAI INVARIÁNSOK FELHASZNÁLÁSÁVAL	343
76. Safranyik Ferenc, Oldal István A SILÓÜRÍTÉS GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ DISZKRÉT ELEMES MODELLJE	351

77. <i>Sándor Szabolcs, Czifra Árpád</i> DIFFERENCIÁLMIŰ ALKATRÉSZ KOPÁSÁNAK ÉS MIKRO-GEOMETRIÁJÁNAK VIZSGÁLATA	355
78. <i>Sélley Torda László, Terdik Andrew Attila, Bognár Eszter</i> BIOLÓGAILAG LEBOMLÓ POLIMERBEVONATOK TAPADÁSÁNAK VIZSGÁLATA	359
79. <i>SIKARI-NÁGL István, VÖLGYI Bálint, KOVÁCS-COSKUN Tünde</i> A ROBBANTÁSOS FÉMALKÍTÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI	363
80. <i>Szabó Gergely</i> MARADÓ FESZÜLTSEGEK ALAKULÁSA A MUNKADARAB FELÜLETI RÉTEGÉBEN A SZERSZÁM- HOMLOKSZÖG NAGYSÁGÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN	367
81. <i>Szalay Dóra, Marosvölgyi Béla</i> A FÁSSZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK TERMÉSZETES KARBON-KÖRFOR- GALMÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK	371
82. <i>Szamosi Barna</i> AZ EMBERI TÉNYEZŐ SZEREPE A MINŐSÉGFILÓZÓFIÁKBAN	375
83. <i>Szegedi Andor, Gonda Viktor</i> GYŰRŰ ALAKÚ PRÓBATEST ZÖMÍTÉSÉNEK VÉGESELEMES VIZSGÁLATA	379
84. <i>Szilágyi Gábor, Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</i> AZ ÖSSZEÁLLÍTÁSI PONTATLANSÁG HATÁSA A HEGESZTÉSI PARAMÉTEREK KORREKCIÓJÁRA SAROKVARRATOK ESETÉN	383
85. <i>Szilágyiné Biró Andrea, Nagy Dóra, Kocsisné Baán Mária</i> A GÁZ ÉS PLAZMA KÖZEGŰ KARBONITRIDÁLÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A KIALAKULT RÉTEGMÉLYSÉG SZEMPONTJÁBÓL	387
86. <i>Sztankovics István</i> AZ ÁTLAGOS ÉRDESSÉG ELMÉLETI ÉRTÉKE ROTÁCIÓS ESZTERGÁLÁS ESETÉN	391
87. <i>Talpas János</i> BOROSBOCSÁRD HAGYOMÁNYOS BOROSPINCÉINEK VIZSGÁLATA	395
88. <i>Talpas János, Orbán György, Márton László</i> EGYHÁZI INGATLANOK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI A MÁRIA-ZARÁNDOKÚT ÉSZAKKELET-KOLOZS MEGYEI SZAKASZÁN.....	401
89. <i>Tamás Péter, Illés Béla, Fekete Dávid</i> RAKTÁRBŐVÍTÉSI LEHETŐSÉG KIVÁLASZTÁSÁNAK DÖNTÉSI MÓDSZERE	407

90. <i>Terdik Andrew Attila, Bognár Eszter, Patonay Lajos</i> ÁLLKAPOCSCSONT 3D ANALÍZISE	411
91. <i>Tóth Réka, Daróczy Miklós</i> A NÖVÉNYTERMESZTÉS GÉPESÍTÉS FEJLESZTÉSÉNEK TENDENCIÁI	415
92. <i>Varga András, Gyenge Zoltán, Gyenge Csaba</i> A PROFILKORREKCIÓS FOGAZATOK FOLYTONOS SZÁRMAZTATÁSA ÉS KÖSZÖRÜLÉSE	419
93. <i>Végh Sándor</i> HŐKEZELT POLISZTIROLOK HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐJÉNEK MÉRÉSE	425
94. <i>Végyvári Ferenc, Csákó József</i> A GEOMETRIA SZEREPE ELEKTROMÁGNESES ALAKÍTÁSSAL KÉSZÍTETT ALAKZÁRÓ KÖTÉSEKNÉL	429
95. <i>Vekov Imre</i> FÖLDRENGÉSÁLLÓ FELHŐKARCOLÓ MAKETT	433
96. <i>Vekov Imre</i> BETONKENU ÉPÍTÉSE VERSENYZÉS CÉLJÁBÓL	437
97. <i>Veres Gábor, Gyurkó Vivien, Fórián Sándor</i> CSAPADÉKVÍZ NEHÉZFÉM TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA DEBRECENBEN	441
98. <i>Vizi Gergely Norbert</i> ÉPÍTŐANYAGOK KAPCSOLATA A BELTÉRI ELEKTROSZMOGGAL	445
99. <i>Völgyi Bálint, Kovács-Coskun Tünde, Sikari-Nágl István</i> HADFIELD ACÉL KEMÉNYSÉGVÁLTOZÁSA ROBBANTÁSOS ALAKÍTÁS HATÁSÁRA	449
SZERZŐK JEGYZÉKE	453

TABLE OF CONTENT

Gyenge Csaba	
PREFACE	19
1. Czigány Tibor	
ENGINEERING APPLICATIONS OF POLYMER MATERIALS	21
2. Sikolya László	
RESEARCH AND DEVELOPMENT ACTIVITY IN COLLEGE OF NYÍREGYHÁZA FACULTY OF ENGINEERING AND AGRICULTURE.....	25
3. Gyenge Csaba	
CNC GRINDING OF SPECIAL GEARS USED ON TRANSMISSIONS OF WIND TURBINES	35
4. Bagyinszki Gyula, Rácz Pál	
HALF CENTURY IN THE TRAINING TECHNICIANS.....	47
5. Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő	
DANGER OF THE LASER INDUSTRIAL ENGINEERING WORKS	51
6. Bán Melinda, Sélley Torda László, Bognár Eszter	
CASE STUDY OF THE GUIDE WIRE IN VASODILATORS MOVEMENT P ROBLEMS	57
7. Barányi István, Gonda Viktor	
CHARACTERISATION OF ABRASIVE WORN SURFACES BY SURFACE MICROTOPOGRAPHY PARAMETERS	61
8. Barcsák Csaba, Marcsák Gábor, Jármái Károly	
DEVELOPMENT OF OPTIMIZATION TECHNIQUES AND TEST FUNCTIONS	65
9. Bera József, Pokorádi László	
CONNECTION BETWEEN TECHNICAL ENVIRONMENTAL PROTECTION AND RISK MANAGEMENT	69
10. Bitay Enikő	
COATED HS STEELS WEAR RESISTANCE	73
11. Bitay Enikő, Máté Márton	
LAJOS MARTIN, THE INVENTOR ENGINEER AND HIS FLYING WHEEL	77

12. Bocsi Róbert, Horváth Géza, Hanák László, Hodai Zoltán PROCESSING OF MICROALGAE CULTIVATED IN PHOTOBIOREACTOR.....	83
13. Bukodi Norbert István, Czifra Árpád MICROTOPOGRAPHICAL FEATURES OF ENGINEERING SURFACES	87
14. Buzetzky Dóra, Fórián Sándor WATER QUALITY EXAMINATION OF ARTESIAN SPRINGS ON NAGYSZALONTA	91
15. Csesznok Sándor, Szalóki István, Sipos Sándor TROCHOIDAL MILLING STRATEGIES	95
16. Czap László, Pintér Judit Mária AUTOMATIC QUALIFICATION OF SPEECH PRODUCTION IN TEACHING OF HEARING-IMPAIRED PEOPLE.....	99
17. Dányi Tibor Zoltán THE ARCHITECTURAL POSSIBILITIES FOR REDUCING URBAN SEGREGATION	103
18. Darvay Zsolt, Mester Ágnes, Papp Ingrid-Magdolna, Takács Petra-Renáta A NEW INFEASIBLE INTERIOR-POINT ALGORITHM FOR LINEAR OPTIMIZATION	107
19. Darvay Zsolt, Papp Ingrid-Magdolna CONVEX QUADRATIC OPTIMIZATION ALGORITHM USING A NEW SEARCH DIRECTION	111
20. Darvay Zsolt, Takács Petra-Renáta A NEW SHORT-STEP ALGORITHM FOR LINEARLY CONSTRAINED CONVEX OPTIMIZATION	115
21. Debreczeni Bence INVESTIGATION OF THE MAXIMUM WELDABLE GAP FOR THE CLOOS MIG/MAG PROCESS, AT PA-I POSITION	119
22. Drégelyi-Kiss Ágota, Fülöp Daniella, Nagy Júlia UNCERTAINTIES IN THE LENGHT MEASUREMENT TECHNIQUE	123
23. Drégelyi-Kiss Ágota, Krizsán József POWDER COATING PROCESS IMPROVEMENT WITH THE HELP OF DESIGN OF EXPERIMENTS	127
24. Fábián Enikő Réka COLD DEFORMATION EFFECT ON THE MICROSTRUCTURE OF LOW CARBON STEELS.....	131

25. Fórián Sándor, Kovács Enikő, Szabolcsik Andrea WATER QUALITY STUDIES IN THE UPPER TISZA RIVER BASIN IN MARAMURES.	135
26. Gáti József, Kuti János HENRY FORD, WHO MADE AMERICA ON WHEELS, BORNED 150 YEARS AGO	139
27. Goda Adrienn, Medina Viktor, Zsidai László EXAMINATION OF PRODUCTION AND INFORMATION TECHNOLOGY IN THE CASE OF VARIOUS BRANCHES OF INDUSTRY.....	143
28. Hervay Péter, Horváth Richárd, Teizenhoffer Gyula RESTORATION OF A BELL FROM THE 19TH CENTURY	147
29. Hodai Zoltán, Horváth Géza, Hanák László, Bocsi Róbert DENSIFICATION TECHNIQUES IN ALGAE TECHNOLOGY	151
30. Hollanda Dénes, Máté Márton THE GEOMETRY OF PROFILED DISK-MILLS WITH CYLINDER –SHAPED RAKE FACE	155
31. Horváth Richárd, Mátyási Gyula THE EXAMINATION OF CUTTING ABILITY WITH DESIGN OF EXPERIMENTS IN CASE OF ALUMINIUM PARTS	159
32. Jónás Szabolcs, Szávai Szabolcs, Rózsahegyi Péter, Beleznai Róbert, Kelenföldi Brigitta USE OF THE SMALL PUNCH TEST FOR DETERMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF STEELS	163
33. Jónás Szabolcs, Szávai Szabolcs THE POSSIBILITY OF ON-LINE MONITORING FOR OPERATING EQUIPMENTS ON ELEVETAD TEMPERATURE	167
34. Kalmár László, Hellmann Ralf, Réger Tamás, Vígh Viktor INVESTIGATION OF THE HEAT TRANSPORT PROCEDURE IN UV-LED MODULE.....	171
35. Károly Dóra, Kovács Miksa, Terdik Attila, Bognár Eszter, Dobránszky János INVESTIGATION OF METALLIC SURFACE AREA OF CORONARY STENTS	177
36. Katona Bálint, Náday Lilla, Nagy Péter, Terdik Attila, Bonyár Attila, Weszl Miklós, Bognár Eszter ANODIZATION AND BACTEROLOGICAL EXAMINATION OF TITANIUM SAMPLES.....	181

37. <i>Kisfaludi-Bak Zsombor, Takács Petra-Renáta</i> THE APPLICATION OF SOME DISTRIBUTION FUNCTIONS IN ENGINEERING	185
38. <i>Kocsisová Edina, Dománková Mária</i> ANALYSIS OF THE SECONDARY PHASE PRECIPITATION IN AISI AUSTENITIC STAINLESS STEEL.....	189
39. <i>Korom Dániel Péter</i> TUBE FORMING WITH EXPLOSION	193
40. <i>Kota László, Jármái Károly</i> ADAPTIVE METHODS IN THE OPTIMIZATION OF LARGE SCALE TECHNICAL INSPECTION AND MAINTENANCE SYSTEMS	197
41. <i>Kovács-Coskun Tünde, Völgyi Bálint, Sikari-Nágl István</i> INVESTIGATION OF THE CONTACT CORROSION EFFECT IN CASE OF ALUMINA STEEL CONTACT	201
42. <i>Kovács György</i> COST EFFICIENT OPERATION OF ROAD TRANSPORT ACTIVITY	205
43. <i>Kovács Miksa, Károly Dóra, Terdik Attila, Bognár Eszter</i> MODELLING AND SIMULATION OF CORONARY STENT	209
44. <i>Kövesi Adrienn, Bognár Eszter, Erdélyi Gábor</i> EXAMINATION OF BIO-INTRAFIX INTERFERENCE SCREW USING RAMAN SPECTROSCOPY	213
45. <i>Kozma Bálint, Simon Gergely</i> WELDING PROCESS OF HIGH CARBON STEEL BLADE	217
46. <i>Kozma Kata, Kuti János</i> WHAT IS THE PERLIT?	221
47. <i>Kurucz Tamás, Szendefy Judit</i> DEVELOPMENTS OF THE MAGYAR CUKOR ZRT. FIELD OF BIOGAS PLANT	225
48. <i>Kuti József, Galambos Péter, Baranyi Péter</i> DELAY AND STIFFNESS DEPENDENT POLYTOPIC LPV MODEL OF OMPEDANCE CONTROLLED ROBOT INTERACTION.....	229
49. <i>Lendvai László, Gonda Viktor</i> FINITE ELEMENT MODELING OF VISCOELASTIC BEHAVIOR OF THERMOSETS.....	233
50. <i>Lengyel Ákos, Kertész Anna, Bognár Eszter, Micsik Tamás, Dévényi László</i> EXAMINATION OF PATHOLOGICAL STENT	237

51. <i>Lőrincz Katalin, Porkoláb Péter, Rácz Pál</i> TUBULAR JOINT MADE BY ELECTROMAGNETIC FORMING	241
52. <i>Madarász Sándor, Százvai Attila</i> DESIGN AND FABRICATION OF A PLASMA CUTTING MACHINE	245
53. <i>Mészáros Levente, Dunavölgyi Dávid</i> THE DETERMINATION OF THE MINIMUM THICKNESS OF THE EXPERIMENTALLY CLOOS MIG / MAG PROCESSES.....	249
54. <i>Molnár Attila, Pataki Beáta, Czédli Herta, Braun Mihály</i> THE EXAMINATION OF THE EFFECTS OF HEAVY METALS DERIVING FROM VEHICULAR TRAFFIC IN THE ROAD JUNCTIONS OF DEBRECEN	253
55. <i>Mucsi András</i> MEASUREMENT AND SIMULATION OF ALN PRECIPITATION IN HOT ROLLED COIL.....	257
56. <i>Mucsi András</i> MEASUREMENT AND INTERPRETATION OF UPPER YIELD POINT IN MILD STEEL.....	261
57. <i>Nádai Lilla, Katona Bálint, Terdik Attila, Nagy Péter, Weszl Miklós, Bognár Eszter</i> CHEMICAL ETCHING AND ELECTROPOLISHING OF TITANIUM	265
58. <i>Nagy Marianna</i> THE ROLE OF MIMESIS IN ARCHITECTURE	269
59. <i>Nagy Pál, Gonda Viktor</i> FINITE ELEMENT MODELING OF EQUAL CHANNEL ANGULAR PRESSING	273
60. <i>Németh Ferenc László</i> STRUCTURAL BUILD OF ROTARY ENGINE. PRESENTATION OF MAZDA RENESES	277
61. <i>Orbán Ede Gyula, Tamási Szilveszter</i> PROCESS CONTROL PLANNING OF MAG WELDING PROCEDURES WITH CLOOS WELDING ROBOT.....	281
62. <i>Orbán György</i> CHRISTIAN PILGRIMAGES AND ARCHITECTURAL NEEDS	285
63. <i>Orbán György</i> CHRISTIAN PILGRIM'S ROUTE INFRASTRUCTURE	289

64. <i>Pammer Dávid, Bognár Eszter</i> GEOMETRICAL PROPERTIES OF BONE GRAFTS	293
65. <i>Papp Viktória, Marosvölgyi Béla</i> ENERGETICAL QUESTIONS OF PRODUCING AND USING OF AGRIPELLETS	297
66. <i>Pataki Bernadeth, Bitay Enikő, Szakmány György, Csifó Irma, Konyelicska Lóránd, Veress Erzsébet</i> PETROGRAPHIC STUDY OF ROMAN CERAMICS UNEARTHED AT POROLISSUM (MOIGRAD, ZALAU, ROMANIA).....	301
67. <i>Pataki Bernadeth, Bitay Enikő, Bratu Ioan, Indrea Emil, Csifó Irma, Konyelicska Lóránd, Veress Erzsébet</i> FTIR AND XRD CHARACTERIZATION OF ARCHAEOLOGICAL CERAMICS UNEARTHED AT THE ROMAN CEMETERY OF POROLISSUM (MOIGRAD, ZALAU, ROMANIA).....	307
68. <i>Pinke Péter</i> EFFECT OF THE STEEL CARBON CONTAIN IN CASE OF THE WEAR BEHAVIOR	315
69. <i>Pintér László, Palásti Kovács Béla</i> CONNECTION BETWEEN THE MICRO-GEOMETRY AND TOLERANCE OF SURFACE	319
70. <i>Plesz Tímea, Kuti János</i> HISTORY WAS CREATED IN THE CARBURETOR.....	323
71. <i>Pokorádi László, Bera József</i> MONTE-CARLO SIMULATION OF HELIPORT NOISE EMISSION.....	327
72. <i>Porkoláb Péter</i> LIFE OF FEGYVERNEKI FROMMER RUDOLF REGARDING HIS SIGNIFICANT WORKS IN THE MILITARY TECHNOLOGY.....	331
73. <i>Ráczkövi László</i> EXAMINATION OF WEAR AND TOOL LIFE OF CBN CUTTING TOOLS	335
74. <i>Réger Mihály, Alfred Ender</i> VISCOSITY OF SECONDARY SLAGS.....	339
75. <i>Réti Tamás, Fried Zoltán, László István, Drégelyi-Kiss Ágota</i> ON THE PREDICTION OF FULLERENE STABILITY USING TOPOLOGICAL INVARIANTS	343
76. <i>Safranyik Ferenc, Oldal István</i> PRACTICAL DISCRETE ELEMENT MODEL OF SILO DISCHARGE	351

77. <i>Sándor Szabolcs, Czifra Árpád</i> ANALISE WEAR AND MICRO-GEOMETRY OF THE DIFFERENTIAL GEAR	355
78. <i>Sélley Torda László, Terdik Andrew Attila, Bognár Eszter</i> INVESTIGATION THE ADHESION OF BIODEGRADABLE POLYMER COATINGS.....	359
79. <i>SIKARI-NÁGL István, VÖLGYI Bálint, KOVÁCS-COSKUN Tünde</i> APPLICATIONS OF EXPLOSIVE METALWORKING.....	363
80. <i>Szabó Gergely</i> RESIDUAL STRESS FORMATION IN THE SURFACE LAYER OF THE MACHINED WORKPIECE DEPEND ON THE TOOL RAKE ANGLE IN CASE OF HARD TURNING	367
81. <i>Szalay Dóra, Marosvölgyi Béla</i> THE INFLUENCING FACTORS OF THE NATURAL CARBON-CYCLE OF SHORT ROTATION COPPICE	371
82. <i>Szamosi Barna</i> THE ROLE OF THE HUMAN FACTOR IN QUALITY PHILOSOPHIES	375
83. <i>Szegedi Andor, Gonda Viktor</i> ANALYSIS OF UPSETTING IN RING-SHAPED TEST-PIECES WITH FEM.....	379
84. <i>Szilágyi Gábor, Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</i> EFFECT OF POSITION ERRORS AND WELDIND PARAMETERS ON PA AND PB FILLET WELDINGS.....	383
85. <i>Szilágyiné Biró Andrea, Nagy Dóra, Kocsisné Baán Mária</i> COMPARISON OF GAS- AND PLASMA FERRITIC NITROCARBURISING WITH REGARDING OF THE RESULTED CASE DEPTH	387
86. <i>Sztankovics István</i> THEORETICAL VALUE OF ARITHMETIC MEAN DEVIATION IN ROTATIONAL TURNING.....	391
87. <i>Talpas János</i> THE ANALYSIS OF SPECIAL WINE-CELLARS FROM BUCERDA VINOASĂ	395
88. <i>Talpas János , Orbán György, Márton László</i> POSSIBILITY OF USE, OF THE ECCLESIASTIC BUILDINGS IN THE SECTION OF THE PILGRIM'S ROUTE WAY OF MARIA SECTION FROM NORTH-EASTERN CLUJ COUNTRY.....	401

89. <i>Tamás Péter, Illés Béla, Fekete Dávid</i> DECISION METHOD FOR SELECTION OF THE OPTIMAL ENLARGEMENT OF WAREHOUSE CAPACITY	407
90. <i>Terdik Andrew Attila, Bognár Eszter, Patonay Lajos</i> INVESTIGATION OF INTACT HUMAN MANDIBLES IN 3D	411
91. <i>Tóth Réka, Daróczi Miklós</i> TRENDS OF AGRICULTURAL MACHINERY	415
92. <i>Varga András, Gyenge Zoltán, Gyenge Csaba</i> CONTINUOUS GENERATION AND GRINDING OF MODIFIED PROFILE GEARS	419
93. <i>Végh Sándor</i> HŐKEZELT POLISZTIROLOK HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐJÉNEK MÉRÉSE	425
94. <i>Végyvári Ferenc, Csákos József</i> THE ROLE OF GEOMETRY IN CASE OF FORM-FIT JOINTS MADE BY ELECTROMAGNETIC FORMING	429
95. <i>Vekov Imre</i> EARTHQUAKE WITHSTANDING HIGH-RISE BUILDING MODEL STRUCTURE	433
96. <i>Vekov Imre</i> THE BUILDING OF A CONCRETE CANOE FOR COMPETITION	437
97. <i>Veres Gábor, Gyurkó Vivien, Fórián Sándor</i> STUDY OF HEAVY METAL CONTENT OF STORM WATER IN DEBRECEN	441
98. <i>Vizi Gergely Norbert</i> BUILDING MATERIALS IN CONNECTION WITH ELECTROSMOG	445
99. <i>Völgyi Bálint, Kovács-Coskun Tünde, Sikari-Nágl István</i> EXPLOSION FORMING EFFECT OF THE HARDNESS IN CASE OF HADFIELD STEEL	449
LIST OF AUTHORS	453

ELŐSZÓ

A tudományos és a szervező bizottság nevében sok szeretettel üdvözlöm a 18. FMTÜ konferencia valamennyi résztvevőjét.

Mindannyian láthatjuk, hogy rendezvényünk lassan már kinőtte a fiatalságát, felnőttkorba lépett és, anélkül hogy túl elfogódottak lennénk, állíthatjuk, hogy az FMTÜ már egy jól kiforrott, logikusan és célszerűen kifejlesztett hatáskörrel, érdekeltséggel rendelkező és – miért ne mondjuk – magas színvonalú tudományos konferenciává nőtte ki magát.

Mint a műsorfüzetből kiderül, majdnem száz tudományos dolgozatot regisztrált a titkárságunk. A szerzők és résztvevők majdnem valamennyi magyarországi műszaki egyetemet és főiskolát, az erdélyi műszaki és tudomány egyetemek egy részét, valamint a nagyszombati egyetemet képviselik.

Ami a dolgozatok tudományterületeit illeti, nyugodtan mondhatjuk, hogy igen sokrétű és majdnem minden műszaki területet magába foglal. Ha csak a jellegzeteseket említem: gyártástechnológia, anyagtudományok, orvosi műszerek és protézisek, tudomány- és technikatörténet, környezetvédelem, biológia, hidrológia, repüléstechnika, építészet, hideg és meleg alakítások, forgácsolás, műszaki felügyelet és minőség biztosítás, folyamat modellezés-szimuláció, biotechnológia, gépkocsimotorok, CNC vezérlés, informatika, növénytermesztés, borászat, stb.

Ez a valóban tág tudományterület hozzájárul ahhoz, hogy közelebbről megismerhessük egymás kutatásainak irányzatát-eredményeit és hasznos kapcsolatokat, valamint együttműködéseket alakíthassunk ki.

Reméljük, hogy úgy azok számára, akik először vesznek részt ezen a rendezvényen, mint azok számára akik már sokadszor vannak itt, egy magas színvonalú és értékes tudományos értekezés valamint kellemes erdélyi tartózkodás lesz.

A fiatal műszaki kutatók nagyszámú részvétele és a dolgozatok jó színvonala azt is bizonyítja, hogy az egész Kárpátmedencében okos és értékes fiataljaink vannak, akik igyekeznek korszerű tudományos kutatásokat végezni, együttműködni és hozzájárulni országaink műszaki és gazdasági fejlődéséhez.

Valamennyiünk számára ismeretes, hogy gazdasági fejlődést csak versenyképes termékekkel és technológiákkal lehet elérni. Ugyanakkor nem kis jelentősége van a környezetvédelemnek, a biológiai kutatásoknak és az energiagazdálkodásnak is.

A tudományos eredmények bemutatása és megvitatása mellett a konferencia megfelelő keretet biztosít a partner - egyetemek és ezek tanszékei kutatási irányzatainak és azok eredményeinek a megismerésére, hasznos együttműködések megalapozására úgy a nemzeti, mint az európai programok keretében.

Végezetül szeretném megköszönni valamennyi szerző és kiértékelő professzor, valamint a lelkes és kitartó szerkesztőbizottság hozzájárulását a konferencia kiadvány létrejöttéhez.

Ugyanakkor ezúttal szeretném megköszönni az egyetemi tanár kollégáknak és tudományos munkatársaknak az igen hasznos munkát, amit e fiatalok oktatása és fejlődése céljából végeznek.

Az FMTÜ Tudományos Bizottságának elnöke

Dr. Gyenge Csaba

Az MTA külső tagja



Kolozsvár 2013 márciús 10



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

POLIMER SZERKEZETI ANYAGOK MŰSZAKI ALKLAMAZÁSAI

CZIGÁNY Tibor

Abstract

The widening usage of the polymers and polymer composites is due to their excellent mechanical, physical, chemical properties and moreover to their similar-to-human feature according to composition. In this paper the applications of this engineering material is demonstrated through medical, electro-technical, automotive and energetic examples. The recycling of plastic parts after the end of their life cycle is also discussed as well as new alternatives like the biopolymers.

Key words:

polymer, polymer composites, recycling

Összefoglalás

A polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok elterjedése azok kiváló mechanikai, fizikai, kémiai tulajdonságainak, valamint emberközeli viselkedésüknek köszönhető. A cikk néhány orvostechnikai, elektrotechnikai, járműipari és energetikai példán keresztül mutatja be ennek a mérnöki anyagnak az alkalmazását. Említésre kerül továbbá a műanyag termékek életciklusát követő újrahasznosítás és az új alternatívát jelentő biopolimerek is.

Kulcsszavak:

polimer, polimer kompozit, újrahasznosítás

1. Bevezetés

A szerkezeti anyagok három fő csoportra oszthatók: polimerek, fémek és kerámiák. Ezek önmagukkal, és egymással kombinált rendszerei a kompozitok, illetve kettőnél több komponens esetén a hibrid kompozitok, amelyek a szerkezeti anyagok hierarchiájának a csúcsa, mivel ezen kompozit anyag olyan speciális tulajdonságokkal is bírhat, amellyel az egyes alkotók külön-külön nem rendelkeznek. A polimerek a szerves kémia olyan hosszúláncú vegyületei, amelyben sok ezer elemi építőegység (monomer) kötődik egymáshoz elsődleges kémiai kötéssel. A polimerek két nagy csoportra oszthatók: természetes ($\sim 10^{11}$ t/év) és mesterséges ($\sim 10^8$ t/év). Természetes polimer például a fa, a kaucsuk, a bőr, a növényi szálak, a fehérje stb. Mesterséges polimerek, elterjedtebb szóval műanyagok, például a hőre lágyuló kristályos polipropilén az amorf polivinilklorid, továbbá a hőre nem lágyuló elasztomer (gumi), vagy duromer (epoxi gyanta). A polimerek és a polimer kompozitok olyan speciális anyagok, amelyek kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, korrózió- és vegyszerállóak, jól csillapítanak és szigetelnek (hangot, hőt, rezgést, elektromosságot), jó az energiaelnyelő képességük (ütésállóak),

tetszőlegesen színezhető, több típusa átlátszó, alacsony a feldolgozási költségük, valamint hallatlan előnyük az a mérnöki szabadság, amelynek köszönhetően akár az igénybevétel irányát is figyelembe vevő szélsőséges méretű termékek készíthetők belőlük.

A cikk célja, néhány műszaki példán keresztül bemutatni napjaink modern polimertechnológiai eredményét a különböző iparágakban alkalmazott anyagokon keresztül.

2. Polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok alkalmazásai

A szintetikus polimerek (műanyagok) mindennapjaink részévé váltak nemcsak a hétköznapi tárgyainkban, hanem a műszaki alkalmazásokban is, pl. járművek, csatornacsövek, hidak, robotok stb.

Amikor a műanyagokról beszélünk, nem hagyhatjuk ki a gyógyászatot sem, amely nem jutott volna el ilyen fejlettségi szintre mesterséges polimerek nélkül, gondoljunk a különböző implantátumokra, protézisekre, felszívódó cérnákra és rögzítő-elemekre, vagy akár a mai modern polietilén fecskendőkre, amelyek régen fémből vagy üvegből készültek és csak drágán, környezetszennyező módon lehetett sterilizálni.

Ha az elektrotechnika fejlődését tekintjük át, pl. a fém burkolatú telefonoktól a bakelit készülékeken át jutottunk el a mai modern okos telefonokig a mesterséges polimereknek köszönhetően. Ezzel érthetjük el, hogy könnyűek, strapabíróak (ütésálló), könnyen kezelhetőek (érintő képernyő) lettek a telefonok. Ha a műanyagok kiváló szigetelő képessége nincsen, akkor a mai napig falapok hátulján húzalozzuk elektromos készülékeinket, sőt ma abban a méretben, köszönhetően a műanyagoknak, akár egy atomerőművet is elirányíthatunk. A méretcsökkenés pedig akár 10 nagyságrendet is jelenthet, gondoljunk csak a számítógépek processzorára, ahol az UV fényre polimerizálódó fotólakkoknak óriási követelménynek kellett megfelelni a felbontóképesség tekintetében.

A mai modern, fenntartható energetika is elképzelhetetlen lenne mesterséges polimerek nélkül. Például a szélerőművek, amelyek a kisméretű és kis teljesítményű fa és fém szélkeréktől jutottak el a mai polimer kompozit anyagúakig, amelynek köszönhetően ma már egy lapát akár 100 m hosszú is lehet. Több tengerparti országban cél a szélerőmű-farmok alkalmazásával az ország villamos energiafelhasználásának 50%-át ilyen szélerőművel biztosítani. Ugyancsak az energetikánál maradván a városnyi napelemektől eljutottunk a kisméretű modulokig, amelyek akár egy mobiltelefon energiaellátását is biztosíthatják. Néhány évvel ezelőtt még elképzelhetetlen volt, de ma már a polimereknek köszönhetően ezek a modulok flexibilisek is lehetnek, amelyek révén új alkalmazások is megnyílnak.

Szinte hihetetlen, de 100 évvel ezelőtt a repüléstechnikáról még alig beszélhettünk. A Wright testvérek első légszavaros repülőgépétől az A380-ig mintegy 100 év telt el. Ez a hatalmas, akár 800 utast befogadni képes monstrum a polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok felhasználásának köszönheti sikerét. Az emberi repülés mindig is foglalkoztatta az emberiséget, Lillenthal volt az első, aki siklóernyőjével 1891-ben 15 métert repült. Bár a motorizációnak köszönhetően és a második világháború felgyorsult fejlesztéseinek eredményeképpen számos repülőgép látott napvilágot, a

békeidőkben megint középpontba került az emberi repülés, csak egy kicsit kényelmesebb formában (pl. motoros sárkányrepülő). Ma pedig már a könnyű polimer kompozit szerkezeti anyagoknak köszönhetően sorozatban gyártják a „repülő autókat”, az interneten nagy választékban megrendelhetőek, de elterjedésüknek egyelőre a közlekedési szabályok hiánya és a közlekedés-logisztika fejletlensége szab határt. Ha a járműiparon belül az autózást vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy Benz 1886-ban szabadalmaztatott járművétől indulva jutottunk el napjainkig, amikor egy átlagos autó 20.000 darab alkatrészének többsége műanyag. Ha felnyitunk egy motorházatétőt, vagy benézünk egy utastérben, ott szinte csak a polimerek és polimer kompozit szerkezeti anyagú alkatrészek láthatók. De nemcsak a motortérben, hanem a külső karosszéria, a felni, az üzemanyagtartály, vagy éppen a külső légszák az, ami mutatja a polimer és polimer kompozit szerkezeti anyagok nagymértékű elterjedését a biztonságtechnikában is. A nehézgépjárműveknél, és a kötött pályás járműveknél is hasonló a helyzet, a mesterséges polimerek és kompozitjaik megjelenésének köszönhetően tömegük drasztikusan lecsökkent, ezzel rengeteg üzemanyagot megspórolva. Mindemellett a polimerek csillapítóképességének köszönhetően halkabbak, komfortosabbak is lettek, nem is beszélve a gyorsaságról, ma már egy gyorsvasút akár 350 km/h sebességgel is tud közlekedni [1].

Ugyanakkor a műanyagok alkalmazásakor nem feledkezhetünk el a környezetről és az újrahasznosításról. Már 1972-ben a Római Klub tagjai megfogalmazták, hogy felelősen kell bánnunk a természettel, az általunk használt termékek újrahasznosítását meg kell oldani. Ma már természetes, hogy egy termék tervezése az ötlettől a fejlesztésen át a gyártáson keresztül a használatig, sőt az újrahasznosításig tart. Napjainkban már nem tartható, hogy a tervezés a bölcsőtől a koporsóig tartson, hanem bölcsőtől a bölcsőig, vagyis még a tervezés fázisában a mérnöknek tudnia kell, hogy milyen új termék készül majd az életciklusa végén az általa tervezett termékből. Azt mondják sokan tudatlanul, hogy a műanyag elfogyasztja a kőolajat és a műanyag környezetszennyező, ami persze nem igaz. Valóban a műanyag kőolajból készül, de csak 4-7% az, ami a teljes olajtermelésből a műanyaggyártásra fordítódik. A kitermelés közel 90%-át pazarló módon elégetjük, fűtünk vele, közlekedünk vele, energiát termelünk vele, vagyis egyáltalán nem igaz, hogy a műanyaggyártás miatt fogy el a kőolaj. Hogy a műanyag környezetszennyező lenne, ez is egy tévhit. A probléma ott van, hogy sokan összekeverik a környezetszennyezést a szemeteléssel. A leglátványosabb a zacskók és a PET palackok esete, amelyek óriási mennyiségben kerülnek eldobásra, holott azokból is lehet új terméket gyártani [2]. Ezek a technológiák ma már a világban működnek. Ugyanakkor nemcsak recycling-ban gondolkodhatunk, hanem upcycling-ban is, vagyis a műanyag hulladékból értéknövelt terméket állíthatunk elő adalékolással, vagy akár erősítéssel. Sajnos sok helyen lehet olvasni és hallani, hogy „eldobható”, főleg a műanyag csomagoló anyagok esetében. Valóban megtehetjük, hogy ezt a sokoldalú szerkezeti anyagot, amit végső soron a pótolhatatlan kőolajból szintetizálunk, egyszeri használat után kidobjuk? Látszólag gazdag civilizációnknak ez a felelőtlen magatartása, („throw-away society”: eldobó társadalom) megengedhetetlen a 21. században. A „recycling, reuse, recovery,

upcycling” alapelve: használjuk fel újra, alakítsuk át, nyerjük vissza belőle az energiát, vagy értéknövelt terméket készítsünk belőle.

A műanyagok nem fogyasztják el a kőolajat, nem környezetszennyezők, sőt akár előállíthatók a természet építőelemeiből is, pl. poliszacharidokból, poliaminosavakból, politejsavakból vagy keményítőből. A cukor-, illetve cellulóztartalmú biomassza etanollá erjesztése ősi technológia. Emellett újabb fermentációs technológiák is rendelkezésre állnak. Ezekből polikondenzációval biomassza alapú polimerek állíthatók elő, és ettől a polimer családtól szabályozható élettartamot, környezetbarát lebomlást, sőt biokompatibilitást is elvárhatunk [3].

3. Összefoglaló

A szerkezeti anyagok választékában a polimerek és kompozitjaik alkalmazása, azok kiváló mechanikai, fizikai és kémiai tulajdonságai miatt, igen elterjedt. A kis sűrűség és az ahhoz tartozó nagy szilárdság, a csillapító és szigetelőképesség, a vegyszer és korrózióállóság, a tervezhető anizotrópia stb. napjaink legnépszerűbb anyagává tették a szintetikus polimereket. Alkalmazásukkal nemcsak energiát takaríthatunk meg, hanem a fenntartható fejlődés záloga is ez az anyagsalád. A mai polimertechnikai kutatások arra irányulnak, hogy intelligens, alakemlékező vagy akár öngyógyító anyagokat fejlesszünk, amelyek környezetbarátabbak, csökkentik az energiafelhasználást, könnyebbé és komfortosabbá teszik a hétköznapi életünket [4].

A cikk megjelenését az OTKA K105257 pályázat és a Charles Simonyi Kutatási ösztöndíj támogatta.

Irodalom

- [1] Czigány T., Czvikovszky T.: Polimerek és kompozitjaik járműipari alkalmazása – áttekintés. *Műanyag és Gumi* 43, (2006), 45-50
- [2] Ronkay F., Czigány T.: Development of composites with recycled PET matrix. *Polymers for Advanced Technologies* 17, (2006), 830-834
- [3] Dogossy G., Czigány T.: Thermoplastic starch composites reinforced by agricultural byproducts: properties, biodegradability and application. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 30, (2011), 1819-1825
- [4] Czeller A., Czigány T.: Preparation of microcapsules for self-healing polymers. *Materials Science Forum* 729, (2013), 205-209

Dr. Czigány Tibor, az MTA doktora

Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Telefon / Fax: +361-4632003 / +361-4631527

E-mail: czigany@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KUTATÁS FEJLESZTÉS A NYÍREGYHÁZI FŐISKOLA MŰSZAKI ÉS MEZŐGAZDASÁGI KARÁN

SIKOLYA László

Abstract

The first part of the talk "R&D at the Faculty of Agriculture and Engineering of the College of Nyíregyháza" covers the Faculty's past, present, place and role in the region as well as in Hungarian higher education. Our teaching and R&D activities go hand in hand, so the speaker will then introduce the wide range of curricula the Faculty offers. These include BSc and MSc courses, higher vocational education and professional specializations in the areas of science, engineering and agriculture. Our research groups, scientific activities and research topics will be described in the framework of the Faculty's organizational structure.

Key words:

range of curricula the Faculty offers R&D activities, research groups, scientific activities

Összefoglalás

„Kutatás-fejlesztés a Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karán” című előadás első része tartalmazza a Kar múltját, jelenét, helyét és szerepét a magyar felsőoktatásban és a régióban.

A kutatás-fejlesztési tevékenység szorosan összefügg az oktatással, ezért a szerző ismerteti a Kar felsőoktatási kínálatát, ami elég szerteágazó felsőoktatási szakképzésekre, alapszakokra, mesterképzésekre, szakirányú továbbképzésekre tagozódik természettudományi, műszaki és agrártudományi területeken.

A Kari szerkezet függvényében bemutatásra kerülnek a kutató csoportok, tudományos tevékenységek, kutatási témák.

Kulcsszavak:

képzési kínálat, kutatás-fejlesztés, kutató csoportok, tudományos tevékenység

1. A Kar múltja, helye, szerepe

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Karát 2000. január elsején alapították a szakmai jogelőd Gödöllői Agrártudományi Egyetem Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskolai Karából. A jogelőd intézmény alapjait az 1939-ben alapított Kertmunkás Iskola, az 1946-ban létesített Kertészeti Középiskola, valamint az 1950-ben létrehozott Mezőgazdasági Technikum kertészeti és mezőgazdasági gépészeti technikusai képzése adta. Az átalakuló mezőgazdaság szakemberigényének kielégítésére 1961-ben - az országban elsők között - Nyíregyházán is létesítettek felsőfokú mezőgazdasági technikumot és elkezdődött a felsőfokú szakemberképzés: 1961-ben gyümölcs és szőlőtermesztési szakon, az 1966/67. tanévtől pedig mezőgazdasági gépész szakon. A mezőgazdaság fejlődése további szakterületen is igényelte a felsőfokú képzettségű szakembereket, így 1968-ban elindításra került a mezőgazdasági gépészeti szak növényvédő repülőgép-vezető ágazat. A gyors

fejlődés eredményeként 1971-re – tíz év alatt – mintegy 800 szakember végzett a kertészeti szak gyümölcsstermesztési, feldolgozási- és áruforgalmi, valamint a mezőgazdasági gépészeti szak gépjavító és növényvédő repülőgépvezető ágazatán.

A szakmai fejlődés elismeréseként a Felsőfokú Mezőgazdasági Technikum átszervezésével 1971-ben létrejött Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskola, Kertészeti- és Mezőgazdasági Gépészeti Karral.

1990-től a szakmai integráció jegyében a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskolai Karává szerveződött az intézmény, s bevezetésre került a kreditrendszerű oktatás.

1992-ben a kertészeti képzés hagyományain újraindult a mezőgazdasági mérnöki szak, 1994-től pedig a gazdálkodási szakon is elkezdődött az oktatás.

2000-ben alakult meg a Nyíregyházi Főiskola, amelyben az ismertetett jogelőd a négy kar létrehozásához adta a Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kart, valamint részben a Gazdasági és Társadalomtudományi Kart.

A műszaki végzettségű szakemberek iránti igény növekedése, az életen át tartó képzési modell kiteljesedést kínál a Kar számára. A magas szintű elméleti alapozás mellett meghatározó a képzés gyakorlatorientált jellege, melyhez az oktatási feltételeket a jól működő botanikus kert, tangazdaság, bemutató kert, üvegház, tanműhelyek és laboratóriumok, valamint a széleskörű kapcsolatrendszer biztosítja. Az új létesítmények épületgépészeti, oktatástechnikai és laboratóriumi infrastruktúrája lehetővé teszi a XXI. századi technika színvonalának megfelelő oktatást, kutatást, szaktanácsadást.

A Kar tanszékei:

- Agrártudományi Tanszék;
- Fizika Tanszék;
- Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék;
- Közlekedéstudományi és Infotechnológiai Tanszék;
- Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék;
- Tájgazdálkodási és Vidékfejlesztési Tanszék.

2. Képzési kínálat a Műszaki és Mezőgazdasági Karon

Az oktatás és a kutató-fejlesztő tevékenység szorosan kapcsolódik egymáshoz. Felsőoktatási szakképzéseket, főiskolai alapszakokat, mesterképzési szakokat és szakirányú továbbképzési szakokat kínálunk a tanulni vágyóknak.

2.1 Felsőoktatási szakképzések

2.1.1 Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök felsőoktatási szakképzés

A végzett mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök felsőoktatási szakképzési szakemberek alkalmasak javítási, üzemfenntartási, karbantartási folyamatok irányítására, tervezési feladatok előkészítésére, a megvalósításában történő közreműködésre, továbbá eszközök javítására.

Mezőgazdasági-, élelmiszeripari géptervezési feladatok előkészítésében, megvalósításában történő közreműködésre.

2.1.2 Mezőgazdasági mérnöki felsőoktatási szakképzés

Az agrárszakemberek részt vesznek a mezőgazdasági termelési folyamat, a termék-előállítás technológiai változatainak kidolgozásában, tervezik, szervezik, irányítják a mezőgazdasági termelést végző kis- és középüzemek munkáját, a termék-előállítás folyamatát, a feldolgozást, értékesítést.

2.2 Alapszakok

2.2.1 Fizika alapszak (BSc)

A fizika alapszakon végzett fizikusok ismerik a fizika alapvető jelenségeit, képesek fizikai mérések elvégzésére, gyakorlati problémák megoldására, együttműködve más szakemberekkel. Megszerzett ismereteik birtokában műszaki, gazdasági, államigazgatási területen irányító, szervező részfeladatok ellátására alkalmasak. Szakirányok: alkalmazott környezetfizikai, tanári.

2.2.2 Gépészmérnöki alapszak (BSc)

A természettudományi alapokkal rendelkező műszaki szakemberek gépészmérnökké válva alkalmasak gépek, készülékek, berendezések, szerkezetek konstrukciós tervezésére, gépi technológiai műveletek szakszerű irányítására és végrehajtására, a minőségirányítási rendszerek létrehozására, fenntartására és fejlesztésére.

2.2.3 Közlekedésmérnöki alapszak (BSc) légiközlekedési-hajózó önálló szakképesítést nyújtó szakirány

A felsőfokú végzettségű szakemberek a megszerzett mérnöki ismereteik birtokában képesek a repülőgépeket üzemeltető vállalkozásoknál, szervezeteknél hivatásos repülőgépvezetői tevékenység ellátására és a repülőgépek üzemeltetésével, karbantartásával, szállítási feladatok szervezésével, megoldásával kapcsolatos teendők végzésére.

2.2.4 Közlekedésmérnöki alapszak (BSc)

A közlekedésmérnökök alkalmasak a közlekedési, szállítási és logisztikai folyamatok tervezésére, előkészítésére, működtetésére és irányítására, a kapcsolódó igazgatási és hatósági feladatok ellátására. Megválasztják, fenntartják és üzemeltetik a közlekedési ágazat gépeit és eszközeit. Az alapszakon belül választható a műszakirányok: műszaki logisztika, légiközlekedési műszaki és a légiközlekedési katonai hajózó (vadászpilóta).

2.2.5 Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnöki alapszak (BSc)

A végzett szakemberek alkalmasak a nemzetgazdaság valamennyi ágazatában beosztott gépészmérnöki feladatok ellátására. Vállalkozóként képesek termelési, fejlesztési és tanácsadási szolgáltatások végzésére, a mezőgazdasághoz kapcsolódó kereskedelmi és gazdasági folyamatok elemzésére, irányítására.

2.2.6 Mezőgazdasági mérnöki alapszak (BSc)

Az agrármérnökök a megszerzett természettudományi, mezőgazdasági, műszaki és gazdasági ismereteik birtokában alkalmasak az agrárágazat mérnöki feladatainak ellátására. A gyakorlati ismeretekkel rendelkező szakemberek képesek a mezőgazdasági termelési, gazdasági, kereskedelmi, fejlesztési és tanácsadási feladatok végzésére.

2.3 Mesterképzések

2.3.1 Fizika mesterszak (MSc)

A fizika mesterszakon végzett okleveles fizika tanárok a közoktatás 6-12 osztályában jogosultak a fizika tantárgy oktatására általános iskolában, gimnáziumban, szakközépiskolában, szakiskolában és szakképző intézményben. A tudományterületeken magas szintű alaptudással, széles körben hasznosítható sokoldalú készségekkel, általános műveltséggel, korszerű természettudományos szemléletmóddal, matematikai és informatikai, fizikai alapokkal rendelkeznek. Képesek új tudományos felismerések elérésére és az adott szaktudományi és szakmódszertani területen a doktori iskolák PhD hallgatói potenciális jelöltjei, tanulmányaik végeztével pedig a felsőoktatás oktatói utánpótlását jelenthetik.

2.3.2 Mérnök-tanár (gépészmérnök) MSc

A képzés célja a felsőfokú műszaki képzésre alapozva az iskolai rendszerű és az iskolai rendszeren kívüli, valamint az akkreditált szakképzésben az elméletigényes tantárgyak tanítására, a műszaki szakoktatás területén a pedagógiai kutatási, tervezési és fejlesztési feladatokra való felkészítés, továbbá a szakképzési irányultságú tudományos minősítés megszerzésének megalapozása.

2.4 Szakirányú továbbképzési szakok

2.4.1 Agrár-és vidékfejlesztési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

A végzett mérnökök rendelkeznek azokkal a mezőgazdasági, projektmenedzsment, szaktanácsadási és humán-menedzsment ismeretekkel, melyek szükségesek egy mezőgazdasági vállalkozás, vidéki gazdaság részére a pályázattal elnyerhető forrásokra történő projekt kidolgozására és menedzselésére.

2.4.2 Élelmiszeripari minőségügyi szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

Az élelmiszeripari minőségügyi szakemberek képesek az élelmiszerfeldolgozással foglalkozó termelő és szolgáltató vállalatoknál az élelmiszeripari minőségüggyel összefüggő feladatok megoldására, továbbá rendelkeznek azokkal az élelmiszertechnológiai, műszaki, minőség- és emberi erőforrás menedzsment ismeretekkel, amelyek szükségesek egy élelmiszer-feldolgozó vállalat komplex minőségbiztosítási rendszerének a kiépítéséhez, működtetéséhez és fejlesztéséhez.

2.4.3 Energetikai szakmérnök

A képzés célja: olyan felsőfokú energetikai szakemberek képzése, akik a felsőfokú természettudományi, agrár és műszaki graduális képzésben megszerzett mérnöki ismereteik birtokában a szakmérnökképzés elméleti és gyakorlati anyagának elsajátításával képesek az energiatermelő, energiaellátó, valamint energiaszállító és tároló tevékenységet folytató vállalatoknál, felügyelőségénél,

szakhatóságoknál, önkormányzatoknál és non-profit szervezeteknél energiatermeléssel és energiaellátással összefüggő integrált feladatok megoldására.

2.4.4 Gumiipari technológiai szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

A gumiipari technológiai szakmérnökök képesek a termelő vállalatoknál a gumi- és abroncsgyártással összefüggő feladatok megoldására, valamint rendelkeznek azokkal a műszaki, gumiipari technológiai ismeretekkel, amelyek szükségesek egy vállalati technológiai rendszer kiépítéséhez, működtetéséhez és fejlesztéséhez.

2.4.5 Környezet- és vízgazdálkodási szakmérnök

A képzés célja olyan felsőfokú környezet- és vízgazdálkodási szakemberek képzése, akik a felsőfokú agrár és műszaki graduális képzésben megszerzett mérnöki ismereteik birtokában a szakmérnök-képzés elméleti és gyakorlati anyagának elsajátításával képesek a környezetgazdálkodási, vízgazdálkodási tevékenységet folytató termelő és szolgáltató vállalatoknál, felügyelőségénél, szakhatóságoknál, önkormányzatoknál és non-profit szervezeteknél a környezetgazdálkodással és vízgazdálkodással összefüggő integrált feladatok megoldására.

2.4.6 Minőségirányítási szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

A minőségirányítási szakemberek képesek a termelő és szolgáltató vállalatoknál a minőségirányítással összefüggő feladatok megoldására, valamint rendelkeznek azokkal a műszaki, minőségirányítási és humán-menedzsment ismeretekkel, amelyek szükségesek egy vállalati minőség-menedzsment rendszer kiépítéséhez, működtetéséhez és fejlesztéséhez.

2.4.7 Munkavédelmi szakmérnök

A végzettek képesek munkakörükben az adott vállalat, vállalkozás, munkavédelmi hatóság működési területén jelentkező munkavédelmi problémákat felismerni és azok kezelése érdekében – a műszaki, tudományos, jogi és gazdasági eszközrendszer felhasználásával – megoldási javaslatokat tenni, illetve a szükséges intézkedéseket megtenni. A képzés során jártasságot szereznek a munkavédelem ismert vizsgálati, illetve értékelési módszereinek alkalmazásában és képessé válnak azok fejlesztésére, valamint új módszerek kidolgozására.

2.4.8 Műszaki logisztikai szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

A műszaki logisztikai szakemberek képesek a logisztikai tevékenységet folytató termelő és szolgáltató vállalatoknál a műszaki (üzemi) logisztikával összefüggő integrált feladatok (anyagellátás, készletgazdálkodás, fizikai elosztás, illetve az ezekhez szervesen kapcsolódó szállítás, anyagmozgatás, csomagolás, rakodás, tárolás, stb.) megoldására. Továbbá rendelkeznek azokkal a speciális műszaki, gazdasági, tervezési, innovációs és erőforrás menedzsment ismeretekkel, amelyek szükségesek egy logisztikai tevékenységet folytató vállalat komplex logisztikai rendszerének a kiépítéséhez, működtetéséhez és fejlesztéséhez.

3. A Karon folyó tudományos kutatás

A Műszaki és Mezőgazdasági Kar minden tanszéke kiterjedt és jelentős alap- alkalmazott kutatási tevékenységet folytat. A Kar hat tanszékén több kutató csoport (tudományos műhely) szolgálja a régió és az ország gazdasági fejlődését:

- Közlekedéstudományi kutatások, műszaki logisztikai „K+F” projektek;
- Motorfékpad laboratórium kialakítása, járműgépészeti kutatások;
- Korszerű hegesztőműhely kialakítása, hegesztés-technológiák fejlesztése;
- Anyagmozgatás és logisztika laboratórium fejlesztése;
- Környezettechnika laboratórium kialakítása, környezetvédelmi kutatások.

3.1 Környezetbarát megmunkálási technológiák kutatócsoport

Környezetbarát furat-megmunkálási technológiák paramétereinek optimalizálása. Gyakorlatban használható összefüggések a forgácsolási paramétereknek a fúrás előtolóerő- és nyomatékszükségletére illetve a szerszámkopásra gyakorolt hatásának meghatározására.

3.2 Csavar- és menetfelületek kutatócsoport

A menetfelületek matematikai modelljének kidolgozása, menetfelületek gyártásgeometriájának kidolgozása és elemzése, csigahajtások feszültségállapotának fizikai modellezése, csigahajtások elemeinek gyártása többféle technológiával, azok méret és alakhelyességének ellenőrzése, hordkép vizsgálata.

3.3 Mezőgazdasági és élelmiszeripari anyagok szárítása kutatócsoport

Munkatársaink kutatásaik során igazolták, hogy a liofilizálás (fagyasztva szárítás) a végtermék minősége szempontjából sokkal kedvezőbb, mint a konvektív vízeltávolítás. Az energiafelhasználás és a szárítási idő csökkenthető technológiai módosításokkal, pl. a kombinált (konvekciós és fagyasztva) szárítási eljárással.

3.4 Jármű- és mezőgazdasági erőgépek kutatócsoport

Különböző belsőégésű motorok összehasonlítása biohajtóanyagokkal. A mezőgazdasági traktorok hajtásánál az egyes fokozatok kapcsolási energiavesztéseinek kimérése, vizsgálata.

3.5 Konvencionális és megújuló energiák alkalmazása kutatócsoport

Motorikus égésterek és a beállítási paraméterek vizsgálatainak kidolgozása, előzetes mérések végzése. Főbb kéntelenítési eljárás kísérleti vizsgálata, alapadatok megállapítása a kénhidrogén baktériumos kivonásához. Biomassza hasznosító rendszerek technológiai tervezése.

3.6 PROFINET valós idejű ipari kommunikációs rendszer kutatócsoport

IO controller vezérlési program ciklusidejének meghatározása és mérése. Nem szinkronizált valós idejű Profinet IO rendszer reakcióidejének meghatározási módszerei és mérési lehetőségei, Profinet IRT rendszer busz frissítési idejének meghatározása 100Mbps full duplex hálózatban.

3.7 Soft computing és katasztrófaelméleti módszerek alkalmazása kutatócsoport

Változtatható szárnyállású szuperszónikus repülőgépek longitudinális stabilitásának biztosítása, erőművi rendszerek irányítása, transzformátor állomások terhelésmegosztása az állomáson belül és az állomások között, öntöző rendszerek irányítása, -idegrendszer fiziológiai modellezése

3.8 Hivatásos repülőgépvezető képzés feltételeit vizsgáló munkacsoport

A kutatócsoport a hivatásos repülőgépvezető képzés EU előírásoknak való megfelelését és az ezzel kapcsolatos teendőket vizsgálta. Nyíregyházán 1968 óta folyik hivatásos pilótaképzés, de eddig az NKH Légiközlekedési Igazgatóságán a főiskola még nem szerepelt a repülő képzési szervezetek között. Ezen a helyzeten változtatva készítette el a munkacsoport és nyújtotta be a legmagasabb szintet jelentő ATPL elméleti modulképzés mintegy 260 oldalas Képzési-, Üzemeltetési- és Minőségbiztosítási Kézikönyvét, mely alapján az Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatóság a Nyíregyházi Főiskola részére az EU kompatibilis szakszolgálati engedély Oktatási Engedélyét 2010. július 30-án kiadta.

3.9 Nem-egyensúlyi fázisátalakulások vizsgálata kutatás

Nem-egyensúlyi jelenségek és fázisátalakulások vizsgálata a statisztikus fizika körébe tartozó módszerekkel, analitikus és numerikus számolások (Monte Carlo szimulációk) alkalmazása révén. A művelt témák a szilárdtestfizikai hajtott rács-gáz modellektől a biológia által motivált evolúciós játékelméleti problémákig széles skálán mozognak. A kar e területen kutató oktatója folyamatosan publikálja a nemzetközi fizika élet legrangosabb folyóirataiban (pl. Phys. Rev., Europhys. Lett.) cikkeit. Nemzetközileg kiemelkedő kutatásai eredményeképpen 2011-ben védte meg MTA doktora értekezését.

3.10 „Fitoremediáció” kutatócsoport

Kutatóink megállapították, hogy *Pseudomonas* talajbaktériumokkal fokozható a Cd és Ni rizofiltráció hatékonysága. A gyöngyösoroszi bányameddőben lévő nehézfémeket (Cd, Cu, Mn, Pb, Zn) többféle adalék (mész, szennyvíziszap komposzt, természetes zeolit) kombinált kijuttatásával lehet tartósan stabilizálni. Galvániszappal szennyezett talajban a nehézfémek víztisztítási csapadék, vörösiszap, illetve települési biokomposzt kijuttatásával stabilizálhatók, a napraforgó peroxidáz enzimének, és a talaj dehidrogenáz enzimének aktivitása megváltozik.

3.11 „Energianövények ásványi táplálkozásának vizsgálata” kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai megállapították, hogy az energianövények a szennyvíziszap komposztból és hígtrágyából milyen nehézfémeket milyen koncentrációkban vesznek fel (elsősorban cinkakkumuláció). Megállapították továbbá a nitrogénműtrágyák azon optimális mennyiségét, amely hozamnövekedést okoz a vizsgált energianövényeknél.

3.12 További kari kutatócsoportok felsorolás jellegű ismertetése

Anyagtudományi kutatások, környezetfizikai kutatások, nagyenergiájú fizika, fizika szakmódszertani kutatások, Ökológiai gazdálkodás technológiai fejlesztése kutatócsoport.

A Nyíregyházi Főiskola kiterjedt bevételtermelő innovációs tevékenységgel rendelkezik, amelyek az országos trenddel megegyezően a műszaki, agrár, élelmiszer területekhez köthetőek. A Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karának innovációs szerződéses partnerei: Agrogép Kft., Záhony-Port Zrt., Taurus Carbonpack Kft., Várda Vulkán Kft., B. Braun Avitum Hungary Zrt., Nitrogénművek Zrt., Havi Logistics Kft., Sydnex Kft., Karácsony Kft., Havi Logistics Kft.

A Műszaki és Mezőgazdasági Kar szabadalmi bejelentései:

- VÉNUS nem. jelzésű szőlőfajta Azonosítószám: 360751, MgSzH nyilvántart. sz.: 1005068091;
- BR1 nem. jelzésű szőlőfajta Azonosítószám: 360706, MgSzH nyilvántart. sz.: 1005055994.

4. A Karon a műszaki tudományágakban folyó kutatások

- Traktor gumiabroncsok műszaki fejlesztése;
- Belsőégésű motorok vizsgálata;
- Ipari pattogató berendezés tervezése és gyártása;
- Szélerőgépek tervezése és gyártása;
- A dohány szárítás technológiai és műszaki fejlesztése;
- A zöldség és gyümölcs szárítás korszerű technológiái;
- Környezetbarát megmunkálási technológia fejlesztése;
- Kísérleti mechanikai kutatások;
- Anyagtudományi kutatások (kompozitok fejlesztése, fém- és műanyaghegesztés);
- Repülőgép részegységek mechanikai vizsgálata;
- Számítási háló optimalizálása és simítása;
- A mesterséges intelligencia kutatása;
- Mechatronika az iparban és a mezőgazdaságban;
- Közlekedéstudomány és logisztikai fejlesztések;
- A régió infrastruktúrája, ipara, mezőgazdasága és környezeti kölcsönhatása;
- Tájjellegű növények termesztéstechnológiájának fejlesztése;
- Mezőgazdasági melléktermékek energetikai célú hasznosítása, bioenergetika;
- Növénynemesítési és állattenyésztési tevékenységek.

4.1 Jövőbeni elképzelések, tervezett új „K+F” projektek

- Akkreditált anyagvizsgáló- és mérőcentrum kialakítása, a kutatási potenciál fejlesztése;
- Megújuló és konvencionális energiaforrások harmonizálását segítő kutatásfejlesztés;
- Élelmiszeripari technológiák műszaki fejlesztése;

5. A Kar tudományos tevékenysége

5.1 Publikációk

A 2011/2012 tanévi kari publikációk száma összesen: 179 db

Ebből

- könyv, könyvrészlet: 14 db;
- tudományos cikk ISI által referált szaklapban: 22 db;
- tudományos cikk szaklapban: 16 db;
- egyéb szakcikk: 23 db;
- publikáció konferencia kiadványban: 104 db.

5.2 Konferenciák

A kar által szervezett igen nagyszámú konferenciából néhány:

- IX. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia, Nyíregyháza, 2011. május 19-21. (130 fő);
- A mérnökképzés 50 éve a Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karán 1961-2011 Nyíregyháza, 2011. május 19. (150 fő);
- XXXV. Őszi Fizikus Napok és Kutatók Éjszakája tudománynépszerűsítő előadások, 2010. szeptember 24 – október 1. (300 fő);
- „Organikus gazdálkodás biológiai alapjainak komplex agronómiai, bioanalitikai vizsgálata az Észak-Alföldi Régiót jól reprezentáló fajták tekintetében” c. témazáró konferencia (EA_NORVEGALAP- BIOBEL09 pályázat) 2010. november 23. (90 fő);
- XXX. OTDK konferencia Fizika szekciója, 2011. április 27-29. (9 fő);
- Mérnöki kerekasztal és a Hegesztéstechnikai laboratórium átadása a TÁMOP 4.1.1./A-10/KONV- 2010-0013 sz. pályázat keretében 2011.június 21. (80 fő).

5.3 Pályázatok

- „Baross Gábor” pályázat: „Tiszatej” „Kemopreventív hatású tehéntej alapú funkcionális élelmiszerek prototípusainak kifejlesztése”, futamidő: 2009. 05.01. – 2011. 10. 31.
- „Baross Gábor” pályázat: „Exilfood” „Egészségvédő mélyfagyasztott tésztakésítmények kifejlesztése”, futamidő: 2009. 05. 01. – 2011. 10. 31.
- „BIOBEL09” „Agrárinnováció fejlesztése” alprojekt: 16.5 MO Ft HURO/0801/110.
- „Innovatív vizsgálatok az elfolyó szennyvizek gyógyszermaradványainak mikroszkópiai eltávolítására” futamidő: 2010-2011. koordinátor: Dr. Balázs Sándor, K+F+I.
- AGRANA (Együttműködési megállapodás) 8.75 MFt.
- NYFENAUD „Megújuló és alternatív energiaforrások feltárása termelő üzemekben energetikai auditokra alapozva”, koordinátor: Dr. Sikolya László 34.95 MFt.
- BIOBEL09 „Organikus gazdálkodás biológiai alapjainak komplex agronómiai és bioanalitikai vizsgálata az Észak-Alföldi régiót jól reprezentáló fajták tekintetében”, koordinátor: Dr. Tóth Csilla, 41.796 MFt.
- NYFMMK09 „Csigahajtások intelligens kutatási háttérének komplex fejlesztése”, koordinátor: Dr. Dezső Gergely, 85.06 MFt.

- BIGKENEL „Új eljárás kidolgozása a biogáz kéntelenítésére”, koordinátor: Dr. Lengyel Antal, 23.6 MFt.
- HURO/0801/036 „Új minőség a román és magyar felsőoktatásban. Határon átvéelő minőségügyi központ az európai szabványok bevezetésére és követésére”, koordinátor: Dr. Sikolya László, 29.56 MFt.
- HURO/0801/066 „Az együttműködés és a minőségmenedzsment fejlesztése az egyetemek közötti tudományos kutatásban a tartós fejlődés elvei alapján”, koordinátor: Dr. Sikolya László, 13.5 MFt.
- NYF_ZTLK „Speciális logisztikai szakemberek képzésének és továbbképzésének kialakítása Műszaki logisztikai szakmérnök képzés létrehozása és beindítása”, koordinátor: Dr. Kerekes Benedek, 16.27 MFt.

6. Összefoglaló

A kutatás-fejlesztési tevékenység szorosan összefügg az oktatással, ami a Karon folyó természettudományos, műszaki és agrártudományi felsőoktatási szakképzésekben, alapszakokban, mesterképzésekben, szakirányú továbbképzésekben valósul meg.

A karon akkreditált laboratóriumok, kiváló infrastruktúra, eszköz és műszerpark áll oktató-kutatóink rendelkezésére, ami a XXI. századi felsőoktatás, szerteágazó tudományos munka és kutatásfejlesztés nélkülözhetetlen alapja.

Az intézményben folyó K+F tevékenységnek köszönhetően egyre gazdagabb profitorientált szolgáltatásokkal állunk a regionális piaci igények kielégítésére. Ennek eredményeképpen sikerült szoros együttműködést kialakítani a régió gazdasági vállalkozásaival, melyek egyúttal felvevő piaca is a Karunkon végzett hallgatóknak.

Irodalom

Sikolya L.: A mérnökképzés 50 éve a Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karán 1961-2011, Nyíregyháza, 2011.

Dr. Sikolya László Ph.D, C.S.c

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar

Magyarország, 4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

+36-42/599-434

sikolya@nyf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A SZÉLTURBINÁK HAJTÓMŰVEIKBEN ALKALMAZOTT FOGASKEREK CNC FOGKÖSZÖRÜLÉSE

GYENGE Csaba

Abstract

Within this paper the authors describe a new finishing technology for manufacturing the complex gears with special profile corrections used in modern transmissions. The new theoretical meshing method was tested in practical experiments, the results of which being also presented in this paper.

Keywords: wind turbines, CNC manufacturing of gears.

Összefoglalás

A dolgozat keretében egy új simítási technológiát ismertetek, a korszerű hajtóművekben alkalmazott profilkorrekciós komplex fogaskerek nagy pontosságú megmunkálására. Az elméleti profilszármaztatási módszert gyakorlati kísérletekkel ellenőriztük és ezek eredményeit is bemutatom.

Kulcsszavak: szélturbinák, fogaskerek, fogköszörülés.

1. Bevezető

Mint ismeretes, a megújuló energiaforrások szerepe folyamatosan növekszik és a Greenpeace felbecsülései szerint 2050-ben Románia energiájának 85%-át megújuló forrásokból kell fedezze.

A román Statisztikai Hivatal adatai szerint [5] 2011-ben a 63.252 GWh kitermelt villamos energia 40% hőerőművekből származott, 22%- vízerőművekből, 16%- atomerőművekből és csak 4% szélenergiából. Az előrejelzések 2013-ig a termelt villamos szélenergia megduplázódik és így, remélhetőleg, Románia világviszonylatban a 13. helyre kerül a szélenergia felhasználása szempontjából.

Ismeretes, hogy a szélturbina a szél energiáját egy lapátszerkezet segítségével forgó, mozgássá alakító és azt hasznosító szerkezet. A szélturbina nem igényel jelentősebb karbantartást, rendkívül megbízható, és nincsenek káros hatásai a környezetre nézve. Háromfázisú áramot termel, melyet kis veszteséggel szállíthatunk igen nagy távolságokra transzformátorok segítségével. Egy turbina lapátjainak fordulatszáma $n=15...60/\text{min}$ tartományba esik. Ezt az aránylag kis fordulatszámot sebességnövelő (multiplikátor) hajtóművekkel emelik az áramfejlesztők által igényelt magas fordulatszámra.

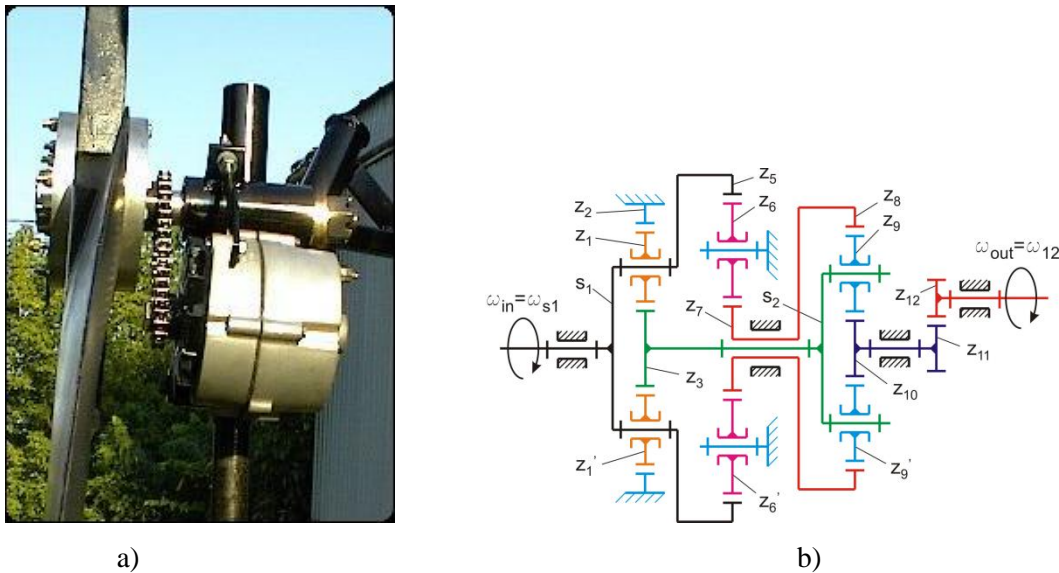
Egyelőre a szélturbinák felépítése meglehetősen bonyolult, az előállítási, valamint felszerelési költségeik továbbra is magasak, és az így előállított villamos energia ára egyelőre nagyobb, mint a hő- vagy vízerőművekben előállítotté. Viszont az állandóan csökkenő kőolaj- és széntartalékok arra

köteleznek, hogy minél intenzívebben foglalkozunk a szélturbinák további fejlesztésével. Kutató csoportunk, körülbelül 4 éve foglalkozik a szélturbináknál alkalmazott hajtóművek minőségi és gazdasági teljesítményének növelésével.

A következőkben röviden ismertetem ezirányú elméleti és kísérleti kutatásaink eredményeit.

2. A szélturbináknál alkalmazott hajtóművek konstruktív és funkcionális jellemzői

A statisztikák szerint, [5] jelenleg az áramellátó rendszerekhez kapcsolt szélerőművek nagy része vízszintes tengelyű. A lapátok viszonylag alacsony sebességgel forgó tengelye a fordulatszámokszorozó hajtóműhöz kapcsolódik, amely tengelykapcsoló és fékrendszeren keresztül hajtja meg a generátort. Általában a fordulatonövelésre bolygó típusú hajtóműveket használnak, (1.ábra) amelyekkel nagy áttételi arányokat lehet elérni aránylag kis térfogattal.



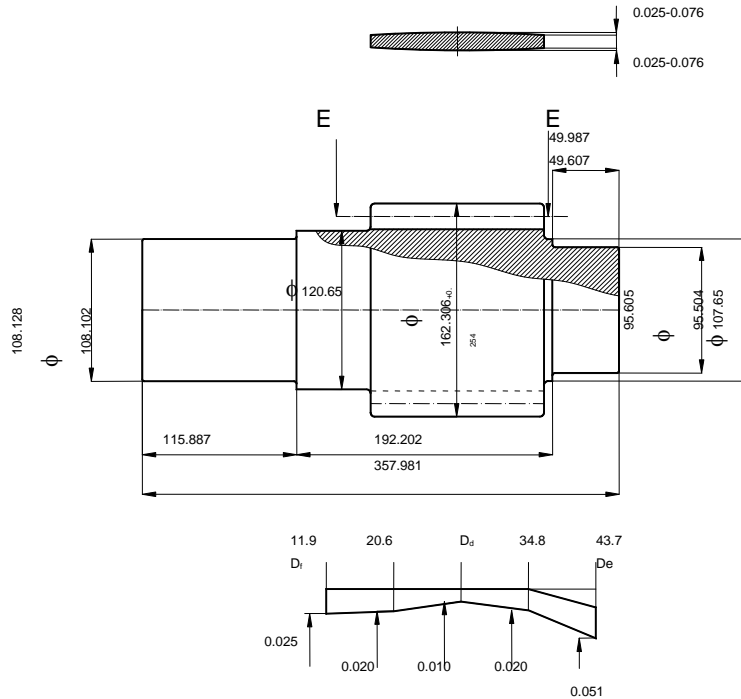
1. ábra. Szélturbinánál alkalmazott két lépcsős bolygóhajtómű :
a) részlet b) mozgástani séma.

Szintén aránylag bonyolult fogaskerék rendszert alkalmaznak a szélirányba való forgatás érdekében (2. ábra).



2.ábra. A szélirányba forgató motorok és a gondola felerősítő karima

Gyakorlati kutatásaink keretében aránylag nagy modulú ($m=8\text{...}14$), külső fogazatú profilkorrekciós hengeres fogaskerekek simítási technológiájával foglalkoztunk (3. ábra).



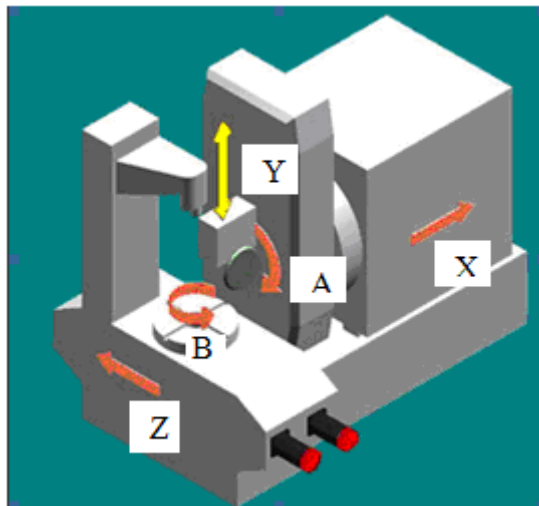
3.ábra. Profilkorrekciós fogaskerék műhelyrajza

3. Új technológia profilkorrekciós hengeres fogaskerekek simítására

A szélturbinák hajtóműveiben alkalmazott különleges külső fogazatú fogaskerekek a követelményeknek megfelelő simítása céljából a nagyváradi EMSIL TECHTRANS, valamint a szatmárnémeti UNIO cégekkel közösen felújítottunk egy hagyományos NILLES típusú fogkőszörűgépet. Ezt FANUC CNC berendezéssel láttuk el (4. ábra) annak érdekében, hogy számvezérlésű lefejtőfogkőszörűlést tudjunk megvalósítani.

A koordináta rendszer tengelyeinek szerepe:

- **X** tengely: a munkadarab tengely radiális beállítása;
- **Y** tengely: hosszirányú profilkorrekciók megvalósítására, valamint ferdefogú kerekek köszörülésére;
- **Z** tengely: a gördítéshez szükséges tangenciális mozgás;
- **A** tengely: a munkadarab és koszorútárcsa tengelyek közti szög beállítása;
- **B** tengely: a gördítéshez szükséges munkadarab forgása.



4.ábra. A CNC fogköszörűgép koordináta rendszere

Általában egy fogárok lefejtő köszörüléséhez az 1. táblázatban feltüntetett műveletelemek szükségesek.

1 táblázat. Egy fogárok köszörüléséhez szükséges alap műveletelemek

A műveletlem száma	Műveletlem elnevezése
f0	A szerszám megfelelő beállítása az előmunkált fogárokba
f1	Beforgatás a bal fogoldal kezdőpontjába
f2	A szerszám és az előnagyolt bal fogoldal közötti játék kiiktatása
f3	A bal fogoldal köszörülése
f4	Átgördítés a jobb fogoldalra
f5	A szerszám és az előnagyolt jobb fogoldal közötti játék megszüntetése
f6	A jobb fogoldal köszörülése
f7	Egy foggal való osztás

Amint a táblázatból látható a 8 műveletből csak kettő aktív, de a gyakorlati megvalósítás érdekében valamennyi műveletlem legördülési paramétereit meg kell határozni.

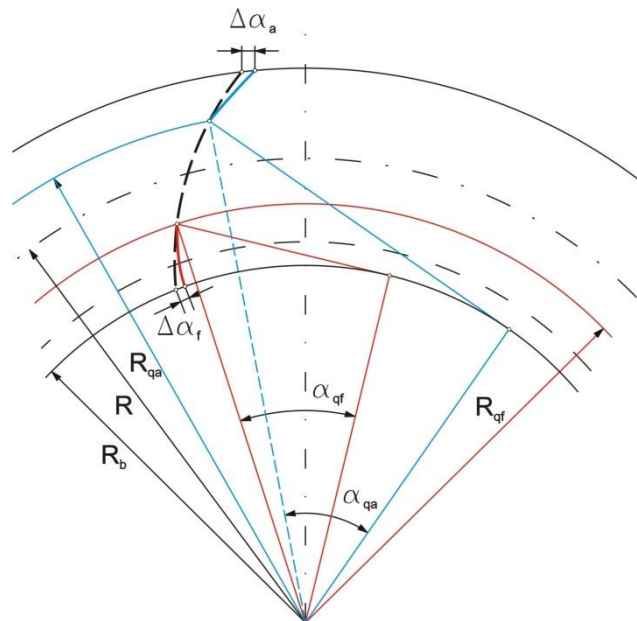
Ennek érdekében 6 algoritmust fejlesztettünk ki úgy, hogy valamennyi gyakorlatilag létező fogazatot megfelelően meglehessen köszörülni (2. táblázat).

2. táblázat. Kifejlesztett algoritmusok hengeres fogaskerek CNC köszörülésére

Szám	Algoritmus kódja	Elnevezése	Alkalmazási terület
1	Ag. 1.1.	Általános algoritmus profileltolós dőltfogú fogaskerek számára	$R_f \leq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$
2	Ag. 1.m	Módosított algoritmus profileltolós és profilkorrekciós dőltfogú fogaskerek	$R_f \leq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$

		számára	
3	Ag. 1m.x	Módosított algoritmus profileltolásos és profilkorrekciós AGMA fogaskerekek számára	$R_f \leq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$
4	Bg. 1.1	Általános algoritmus profilkorrekció nélküli egyenesfogú fogaskerekek számára	$R_f \geq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$
5	Bg. 1.m	Módosított algoritmus profileltolásos és profilkorrekciós egyenesfogú fogaskerekek számára	$R_f \geq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$
6	Bg. 1.m.x	Módosított algoritmus profileltolásos és profilkorrekciós AGMA ferdefogú fogaskerekek számára	$R_f \geq R_b \cos \alpha_t$ $\alpha_t \neq \alpha_s$

A profilkorrekciós fogazatok köszörülésénél az f_3 és f_6 műveletelemek három részre bomlanak az 5. ábrán feltüntetett fogkialakítási megoldás érdekében.



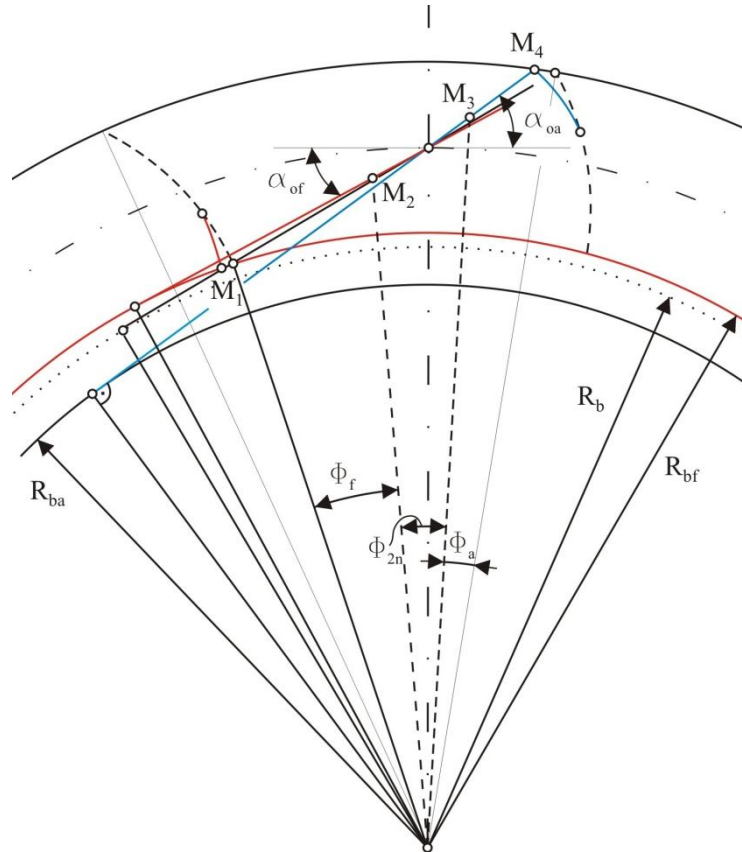
5.ábra. Az általunk javasolt módszer a profilkorrekciós fogfelület megvalósítására.

A profilkorrekciók jellegzetes paraméterei a következők :

- $\Delta\alpha_a$ - fogfej profilkorrekció nagysága a fejkörön;
- $\Delta\alpha_f$ – fogláb korrekció nagysága a lábkörön;
- R_{qa} – fogfej korrekció kezdete;
- R_{qf} – fogláb korrekció kezdete.

4. A profilkorrekciós fogazatok folytonos burkolása és köszörülésére kifejlesztett módszer

A profilkorrekciós fogaskerek folytonos köszörülése céljából, a fogprofil burkolását három különböző paraméterű evolvens szakasszal oldottam meg (6. ábra).



6. ábra. A fogoldal burkolása három evolvens szakasszal

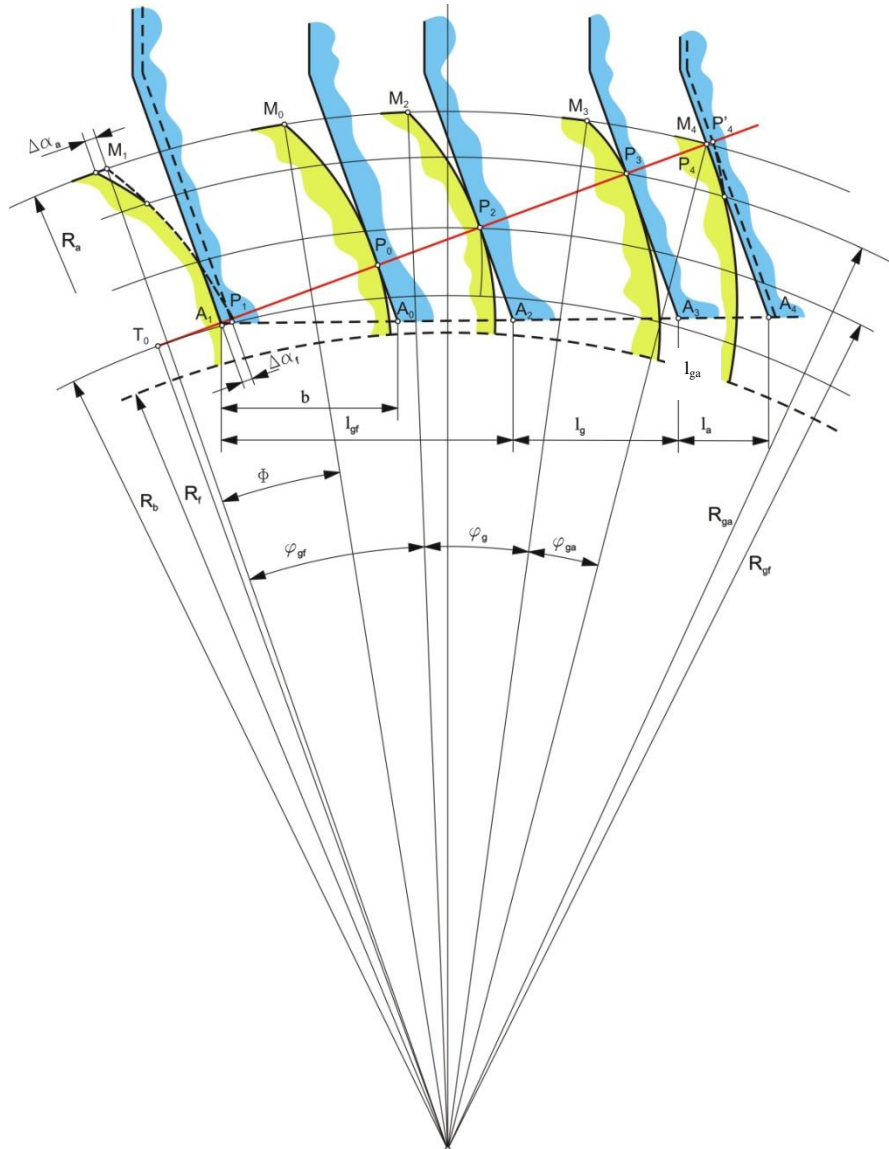
A három szakasz CNC vezérléssel való burkolása céljából változó nagyságú legördülési sebességet alkalmaztam. Így a kapcsolóvonal is három szakaszból áll : $\overline{M_1M_2}, \overline{M_2M_3}, \overline{M_3M_4}$ és a burkolás R_{bf}, R_b, R_{ba} sugarú alapkörökön történik.

A CNC vezérlés programozása érdekében meg kellett határozni az **OZ** tengely irányban való l_{gf}, l_g, l_{ga} mozgásokat, valamint a **B** tengely körüli $\varphi_{gf}, \varphi_g, \varphi_{ga}$ forgásokat (7. ábra).

A fenti paraméterek meghatározása céljából részletes algoritmusokat dolgoztunk ki különböző típusú fogaskerek számára (lásd. 2. táblázat)

A 3. táblázatban a DIN szabványok szerint kilakított egyenes fogú fogaskerekek köszörüléséhez szükséges paraméterek meghatározásához felépített egyenleteket foglaltam össze abban az esetben, amikor $R_f \geq R_b \cos \alpha_t$ és a fogazat α_t homlokkapcsolószöge nem egyenlő a köszörűszerszám α_s profilszögével.

A kifejlesztett eljárás egyik előnye éppen az, hogy bármilyen kapcsolószögű fogazatot meglehetősen könnyű ugyanazzal a tárcsaalakú köszörűszerszámmal.



7. ábra. A köszörű szerszám és fogoldal jellegzetes relatív helyzete

3. táblázat. A programozáshoz szükséges paraméterek meghatározása

Szakasz	Z irányú tangenciális elmozdulás	B tengely körüli forgás
Lábszakasz	$l_{gf} = - \left[\frac{1}{\cos \alpha_s} \left(\sqrt{R_{af}^2 - R_b^2} + \Delta \alpha_f \right) \right]$	$\varphi_{gf} = \frac{\sqrt{R_{af}^2 - R_b^2}}{R_b} - \frac{\Delta \alpha_f}{R_f}$
Közép szakasz	$l_g = - \frac{1}{\cos \alpha_s} \left[\sqrt{R_{qa}^2 - R_b^2} - \sqrt{R_{gf}^2 - R_b^2} \right]$	$\varphi_g = \frac{\sqrt{R_{qa}^2 - R_b^2} - \sqrt{R_{gf}^2 - R_b^2}}{R_b}$
Fejszakasz	$l_{ga} = - \left[\frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2} - \sqrt{R_g^2 - R_b^2}}{\cos \alpha_s} - \Delta \alpha_a \right]$	$\varphi_{ga} = \frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2} - \sqrt{R_{qa}^2 - R_b^2}}{R_b} - \frac{\Delta \alpha_a}{R_a} + \Delta \alpha_f$

A mozgások ellenőrzése céljából a *legördülési sebességet* a következő képlettel határozzuk meg:

$v_r = \frac{b}{\phi} \left[\frac{mm}{rad} \right]$, ahol b - a tangenciális (**Z** irányú mozgás nagysága); Φ - a **B** tengelykörüli forgás nagysága.

Ez a sebesség kis- de lényeges mértékben változik a fog mentén (lásd az 5 táblázatot).

5. Gyakorlati kísérletek és tesztek

A gyakorlati kutatásaink keretében (a Szatmárnémeti UNIO gépgyárban) 8...12 modulú és $z = 14...60$ fogszámú, különböző típusú fogaskerekeket készítettünk és ellenőriztünk. A jellegzetes teszt fogaskerekek adatai az 4. táblázatban láthatók.

4. táblázat. A teszt fogaskerekek alapadatai

Szám	Típus	m_n	z	α	β	Profil eltolás	Profil korrekciók
1. kerék	DIN	12	18	20^0	0	0	-
2. kerék	AGMA	10,808511	30	28^0	0	0	$\Delta\alpha_f = 0,027$ $\Delta\alpha_a = 0,033$
3. kerék	DIN	8	70	20^0	10^0 (balos)	$x = -0,411$	-
4. kerék	DIN	8	16	20^0	10^0 (jobbos)	$x = 0,411$	-
5. kerék	DIN	12	14	20	0	0	-
6. kerék	AGMA	10,948275 (DP-2,32)	18	25^0	0	0	$\Delta\alpha_f = \Delta\alpha_a = 0,038$

Példaképpen a 5. táblázatban 2. számú, ANSI/AGMA 2000.ABB szabvány szerint tervezett komplex profilkorrekciós teszt fogaskerék programozásához meghatározott paramétereket ismertetem.

A fogazat jellemző adatai:

$$z = 30, m = 10,808, R = 162,128, R_a = 173,798, R_b = 143,15053, R_f = 148,646, \square \alpha = 28^0, \alpha_s = 20^0$$

$$\Delta\alpha_f = 0,027, \Delta\alpha_a = 0,034$$

$$R_{qa} = 168,25631, R_{qf} = 155,69823, R_H = 151,53168$$

5. táblázat. 2.számú próba fogazat programozási adatai

Szám	Elnevezés	Szakasz	B tengely körüli forgatás (fokban)	Z tengelyirányú mozgás, mm	Gördülési sebesség mm/fok
0	Központosítás	-	-	-	-
1.	Begördítés a BAL oldal kezdőpontjára	-	$\Phi^* = - 7,58278$	$b^* = + 21,4618$	2,8300
2	Oldaljáték kiiktatása	-	-	$\Delta_g = B_{fog} - B_{sz}$	-
3.	Bal oldal köszörülése	láb	$\varphi_{qf} = + 4,60081$	$l_{qf} = - 13,103669$	2,8435
		közép	$\varphi_g = + 10,88033$	$l_g = - 30,787725$	2,82966
		fej	$\varphi_{ga} = +4,04636$	$l_{ga} = - 11,51588$	2,84597
4	Átgördülés a jobb oldalra	-	$\square \square \Phi^* = - 7,58278$	$\Delta b = 12,480037$	2,8303
5	Oldaljáték kiiktatása	-	--	$2 \Delta_g$	
6	Bal oldal köszörülése	láb	$\varphi_{qf} = - 4,60081$	$l_{qf} = + 13,10366$	2,8435
		közép	$\varphi_g = - 10,8803$	$l_g = + 30,7877$	2,82966
		fej	$\varphi_{ga} = - 4,04636$	$l_{ga} = +11,51588$	2,84597

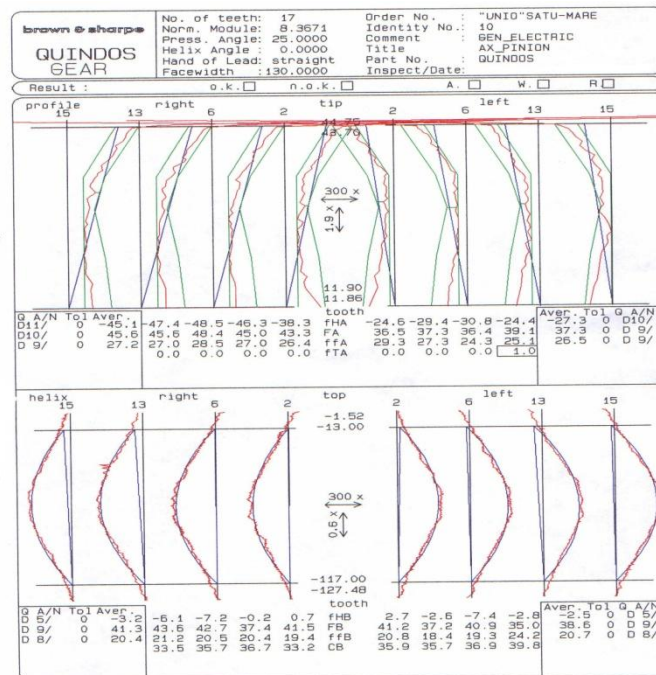
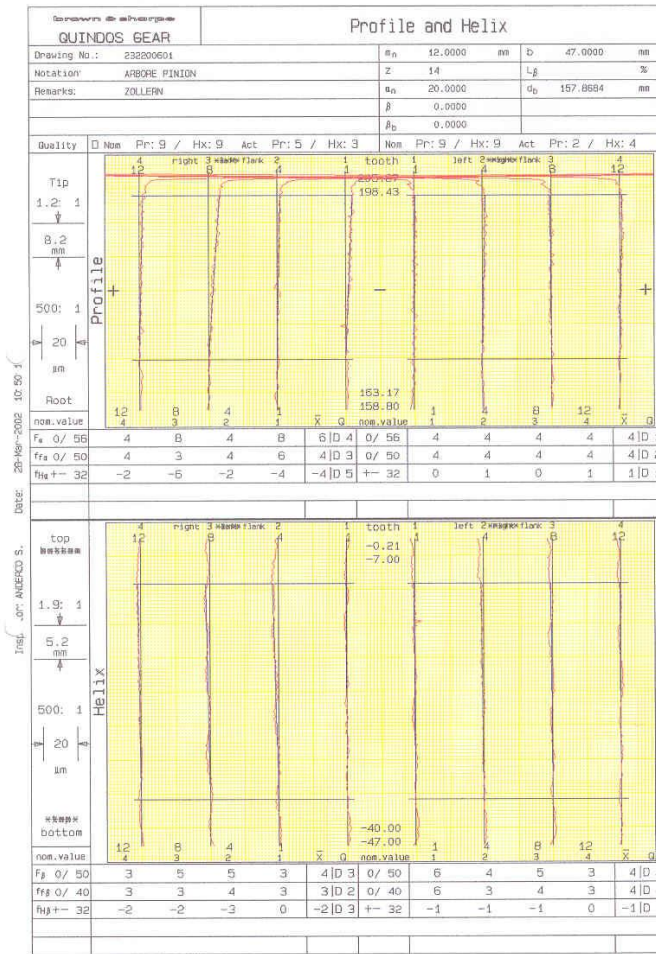
Az algoritmusok gyors megoldása érdekében megfelelő programokat állítottunk fel a MATHEMATIKA szoftver segítségével.

A legyártott fogaskerekeket egy GIBLI-TRAX digitális univerzális mérőközpont ellenőriztük a QUINDOS program segítségével (8.ábra).

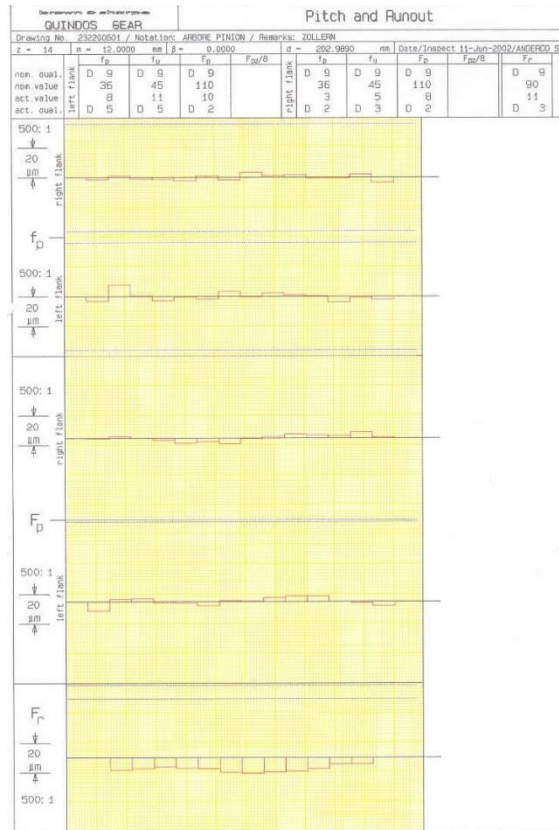


8.ábra. Az UNIO gyár tulajdonában lévő univerzális mérőközpont

A 9. ábrán két teszt fogaskerék normálmetszeti foggörbe és fogirány mérési diagramjai láthatók és a 10. ábrán egy z=14 fogú tesztkerék osztás és radiálütési diagramjai.



9. ábra. A foggörbe és fogirány mérési diagramjai



10 ábra. A z = 14 fogszámú tesztkerék osztás és radiál ütések mérési diagramjai

A 6. táblázatban az 1sz. tesztkerék mérési eredményei láthatók.

6. táblázat. Az 1. tesztkerék mért pontossági paramétere

Szám	Paraméter	Nominális érték 9 DIN μm	Mért eltérés, μm		Effektív pontossági osztály	
			Bal	Jobb	Bal	Jobb
1	Homlokosztás hiba f_p	36	8	3	5	2
2	Osztáslépés hiba f_u	45	11	5	5	3
3	Összegezett osztáshiba F_p	110	10	8	2	2
4	Radiális ütés F_r	90	11		3	
5	Összegezett profil hiba F_α	0/56	4...8	4	4	4
6	Összegezett fogirány hiba F_β	0/50	3...6	3...5	3/4	3/4
7	Fogirányszög eltérés $f_{H\beta}$	± 32	0...-1	-2...-3	1	3
8	Fogirány alak eltérés $f_{f\beta}$	0/40	3...6	3...4	4	3

A táblázatban szereplő adatok értelmezése alapján a következőket állapíthatjuk meg:

- a mérések azt mutatják, hogy a kifejlesztett CNC eljárással készült fogaskerekek különböző pontossági paramétere a DIN 3962 szabvány szerint az 5 osztályba sorolhatók, ami véleményünk szerint igen biztató eredmény.

5. Következtetések

Amint a bevezetőben is említettem, a statisztikai előrejelzések szerint 2030-ban a világ összenergia szükséglete kb.50%-al lesz nagyobb a mostanihoz viszonyítva. A kőolaj és földgáz tartalékok, szintén az előrejelzések szerint, alig 2040...2070-ig tudják fedezni a szükségleteket (a kőszén tartalékok állítólag még 200 évig is megmaradnak).

A fentiek következtében, a szakemberek mind jobban kell figyeljenek a felújuló energiaforrásokra, és így mind nagyobb fejlődés észlelhető a szélenergiát felhasználó turbinák fejlesztésében és gyártásában.

A szélturbinák minél környezetkímélőbb működése és élettartalma nagy mértékben függ a beépített hajtóművektől is. Ezek szerint úgy értékelhetjük, hogy a fentiekben ismertetett ezirányú kutatásaink hozzájárulhatnak e turbinák felépítési és működési paramétereinek javításához.

Természetesen, eddigi eredményeink – egyelőre – csak a szóbanforgó fogazatok egyedi és kissorozatban való gyártására irányultak. A következőkben tovább kell fejlesszük a módszereinket annak érdekében, hogy a nagy sorozatgyártásban is eredményesen lehessen alkalmazni.

Irodalom

- [1] Bonori, G.: *Optimum profile modifications of spur gears by means of genetic algorithms*, Journal of Sound and Vibration Volum 313, Issue 3-5,17 June 2008, 603-616 oldal.
- [2] Gyenge, Cs., Mera, M., Bâlc, N.: *Research on Calculating the Parameters Value for Modification the Longitudinal Profile of the Cylindrical Gears*, Poceedings of DAAAM 2001, 24-27 Okt. Jena. ISBN 3-901-19-4, 175-176 oldal.
- [3] Gyenge, Cs., Bob,M, Bob, D.: *Measurment of a spur gear on a BROWN&SHARPE GHIBLI TRAX machine using QUINDOS*. Anals of DAAAM for 2006 proceedings, Vienna. ISSN 1726-9679, 151-152 oldal.
- [4] Gyenge Cs., Bob, M., Ros, O.: *Some characteristic aspects regarding grinding of spur gears with profil modifications*. In: The 20th DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM "Intelligent Manufacturing & Automation, ISSN 1726-9679, 645-646 oldal.
- [5] Rafa A., Gyenge Cs.: *Some specific aspects regarding the manufacturing of renewable energy exploitation equipment*, MicroCAD International Scientific Conference. Miskolc 2010, ISBN 978-963-661-4. ISBN 978-963-661-823-0, 191-196 oldal.
- [6] Gyenge, Cs., Varga, A., Gyenge, Z., Szilágyi,Á.: *CNC és környezetbarát technológiák fejlesztése a hemgeres fogaskerekek korszerű gyártása céljából az Erdélyi gépipari vállalatokban*, Kutatási Tanulmány. SAPIENTIA Kutatási Programok Intézete, 2005.

Gyenge Csaba, PhD. Professzor emeritus

Kolozsvári Műszaki Egyetem; 400641 Cluj-Napoca; B-dul Muncii 103-105

Csaba.Gyenge@tcm.utcluj.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FÉL ÉVSZÁZAD A MŰSZAKIAK KÉPZÉSÉBEN

BAGYINSZKI Gyula, RÁCZ Pál

Abstract

On the of Mechanical and Safety of Óbuda University the Materials and Forming Technology Professional Group of the Institute of Material Sciences and Technology - which is 50 years old in 2013 - supplies the materials science and the non-machining (chip-free) materials technology teaching all daily, all correspondence, even for some seasons and in the evening distance learning courses. In addition to a long tradition in postgraduate courses at the Faculty of welding courses and training of professionals by others. By the MHE's EWF/IIW membership, and the required number of certificates held by EWT/IWT, EWS/IWS and, more recently, an additional EWE/IWE training was completed successfully.

Key words:

Óbuda University, Donát Bánki Faculty, Materials and Forming Technology Professional Group, materials science, materials technology

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karán az Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet - 2013-ban 50 éves - Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoportja látja el az anyagtudomány és a nem forgácsoló (forgácsnélküli) anyagtechnológiák oktatását mind a nappali, mind a levelező, sőt egyes szakok esetében az esti, ill. a távoktatási tagozaton. A graduális képzésen kívül nagy hagyománya van a Karon a hegesztő szakemberek tanfolyamrendszerű képzésének is. Az MHE EWF/IIW tagsága révén, ill. a szükséges tanúsítások birtokában több EWT/IWT, EWS/IWS és legutóbb egy kiegészítő EWE/IWE képzést bonyolított le sikeresen.

Kulcsszavak:

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar, Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport, anyagtudomány, anyagtechnológiák

1. A Szakcsoport rövid történelme

A Szakcsoport jogelődjének megszervezésére - Mechanikai Technológia Tanszék néven - Vojnich Pál kapott megbízást 1963-ban, aki kamatoztatta a Műegyetem illetékes Tanszékén szerzett oktatói tapasztalatait. 1967-ben a minisztériumi főosztályról érkezett Márton Tibor vette át a Tanszék vezetését, miközben (1969-ben) a Felsőfokú Gépipari Technikum Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskolává vált. Az 1987-es főiskolai átszervezés (intézetesítés) során a Tanszék Angyal Béla irányítása alatt összevonták a Gépgyártástechnológiai Tanszékkel. A létrehozott Gépgyártástechnológia Intézetben belül is megmaradt a Tanszék szakmai önállósága és profilja. A több szakcsoportból álló szervezeti egységet az alapító tagnak számító Czinege Imre irányította és intézetigazgató-helyettesként gazdája volt a kutatás-fejlesztési tevékenységnek is.

Az 1990-es átszervezés során a Tanszék ismét önállóvá vált. Ekkor Czinege Imre a Főiskola főigazgatója lett, a Tanszék vezetését Kisfaludy Antal vette át. Az újra önállósult szervezeti egység - a főiskolai arculat részbeni megváltozását figyelembe véve - az Anyag- és Alakítástechnológiai Tanszék nevet vette fel, módosítva oktatási profilját ill. bővítve képzési kínálatát. Az 1997-ben nyugdíjba vonult Kisfaludy Antalt Czinege Imre, majd Sárossy György váltotta fel a Tanszék vezetésében.

A főiskolai integrációval járó szervezeti átalakítások következtében újra intézeti tanszékké vált a szervezeti egység. A Gépgyártástechnológiai Tanszékkel együtt 2000-től működtetett Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet igazgatója Palásti Kovács Béla, igazgató-helyettese Réger Mihály. 2007-től - újabb szervezeti átalakítások következtében - a Tanszék Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport néven működik tovább az Intézetben belül, Bagyinszki Gyula, majd 2010-től Kovács Mihály ill. 2012-től Rácz Pál vezetésével.

A Szakcsoport, illetve a jogelőd Tanszék kezdettől fogva országos szerepet töltött be a hegesztés szakterületén. 1972 óta folyamatosan képez hegesztő műszaki szakembereket, majd 1993 óta hegesztőtechnológusokat, illetve 1999-től Európai/Nemzetközi Hegesztőtechnológus (EWT/IWT) és Európai/Nemzetközi Hegesztőspecialista (EWS/IWS) képzést folytat. 2011-től a paletta kiegészült az Európai/Nemzetközi Hegesztőmérnök (EWE/IWE) kiegészítő képzéssel, EWT/IWT oklevéllel már rendelkezők számára.

2. A Szakcsoport szakmai profilja

Már a jogelőd Tanszék létrehozását követő időszakban kialakultak az alapvető oktatási és kutatási profilok: az anyagismeret (anyagszerkezet, anyagtudomány), a metallográfia és anyagvizsgálat, a képlékeny alakítás, a hegesztés és a hőkezelés. Később a szerkezeti- és szerszámanyagok, valamint a gyártástechnológiák fejlődése szükségessé tette a fémek anyagokra koncentrált oktatás kiterjesztését a polimerek, a kerámiák és a kompozitok irányában.

A Szakcsoport a szerkezeti anyagok tulajdonságainak, alkalmazásának és feldolgozásának oktatásával mind az alapozó, mind a szaktárgyi képzésben részt vesz. A mérnöki alapozó tárgyak blokkjában az anyagtudomány alapvető összefüggéseit ill. vizsgálati módszereit, valamint a szerkezeti- és szerszámanyagok tulajdonságait ismerteti a hallgatókkal, továbbá szorgalmazza az önálló szakirodalom-feldolgozási és előadás-tartási készségek fejlesztését. A tananyagban belül a polimerek, fémek, kerámiák és kompozitok a modern felhasználói igényeknek megfelelő arányokat képviselnek.

Részben az alapozó, részben a szaktárgyi képzésben kerül sor az alapanyagok előállító- és feldolgozó-technológiáinak oktatására. Ez utóbbin belül az ún. forgácsoló (nem forgácsoló) technológiák, mint öntészet, porkohászat, képlékeny alakítás, vágás, hegesztés, forrasztás, ragasztás, hőkezelés, felületkezelés jelentik a főbb témaköröket. Az anyagok tulajdonságbecslése, kiválasztása, a technológiatervezés és a szerszámszerkesztés terén a számítógéppel segített módszerek is fontos szerepet kapnak.

A technológiákat bemutató laboratóriumokban megtalálhatók a szakterület legfontosabb ipari szintű berendezései. A képlékenyalakító laboratóriumban univerzális húzó- és nyomógépek segítik az anyagok alakíthatóságának vizsgálatát, míg mechanikus és hidraulikus sajtológépek szolgálják a képlékeny alakítási technológiák bemutatását. A hegesztő laboratóriumokban a fontosabb gáz- és ívhegesztő, ellenállás-ponthegesztő, polimer csőhegesztő, láng- és plazmavágó eljárások, termikus szórás, valamint a hegesztés gépesítését segítő egyéb berendezések mutathatók be. 2009-ben a Szakcsoport felügyelete alá tartozó CLOOS Robothegeztő labor átadására is sor került. A hőkezelő laboratóriumban alapvető hőkezelő, indukciós hevítő műveletek, továbbá átedzhetőségi vizsgálatok végezhetőek el.

3. Szakcsoport oktatási jegyzetei és elektronikus tananyagai

A fejlesztésekhez, változásokhoz igazodva, az egyes szakok, szakirányok célkitűzéseit figyelembe vevő tananyagok összeállítása vált szükségessé. Ennek szellemében elkészült több, korszerű ismereteket tartalmazó intézményi kiadású szakcsoportos jegyzet [1-12] és külső kiadók által gondozott tan- illetve szakkönyv [13-22]. A Szakcsoport munkatársai az utóbbi években - konzorciumi keretek között - multimédiás tananyagok fejlesztésébe is bekapcsolódtak [23-28].

4. Összefoglaló

Az Anyag- és Alakítástechnológia Szakcsoport öt évtizedes szakmai múltjára alapozva továbbra is meghatározó szereplője kíván lenni mind a műszaki felsőoktatásnak, mind a kutatásnak.

Irodalom

- [1] Kisfaludy Antal - Réger Mihály - Tóth László: *Szerkezeti anyagok I. Mérnöki anyagtudomány. Anyagvizsgálat. Általános anyagszerkezettan*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1995; p. 158
- [2] Kisfaludy Antal - Réger Mihály - Tóth László: *Szerkezeti anyagok II. Mérnöki anyagtudomány. Fémes anyagok. Polimerek. Kerámiák. Kompozitok*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1995; p. 232
- [3] Kisfaludy Antal - Réger Mihály - Tóth László: *Szerkezeti anyagok III. Mérnöki anyagtudomány. Az anyagválasztás és felhasználás összefüggésrendszere és stratégiája*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1995; p. 88
- [4] Kisfaludy Antal - Réti Tamás - Tóth László: *Anyagtechnológia I.*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1998; p. 88
- [5] Gáti József - Horváth László - Kisfaludy Antal - Kovács Mihály - Réger Mihály - Tóth László: *Anyagtechnológia II.*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1998; p. 392
- [6] Horváth László: *Képlékenyalakító technológiák elméleti alapjai*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1996; p. 172
- [7] Horváth László: *Képlékenyalakítási alapeladatok elemzése a képlékenységtan módszereivel*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1997; p. 174
- [8] Gáti József - Dr. Kovács Mihály: *Kötéstechnológia*, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1999; p. 196
- [9] Bagyinszki Gyula: *Anyagismeret és minősítés*, Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004, p. 320
- [10] Bagyinszki Gyula: *Gyártásismeret és technológia*, Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004, p. 240

- [11] Pinke Péter - Kovács-Coskun Tünde: *Mérnöki anyagtudomány – Példatár I.*, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2010, p. 90
- [12] Pinke Péter - Kovács-Coskun Tünde: *Mérnöki anyagtudomány – Példatár II.*, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2012, p. 128
- [13] Bagyinszki Gyula - Kovács Mihály: *Gépipari alpanyagok és félkész gyártmányok - Anyagismeret*, Nemzeti Tankönyvkiadó - Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001, p. 236
- [14] Bagyinszki Gyula - Kovács Mihály: *Gépipari alpanyagok és félkész gyártmányok - Gyártásismeret*, Nemzeti Tankönyvkiadó - Tankönyvmester Kiadó, Budapest, Budapest, 2002, p. 176
- [15] Kovács Mihály: *Hegesztés*, Nemzeti Tankönyvkiadó - Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2008, p. 204
- [16] Bagyinszki Gyula - Galla Jánosné - Harmath József - Jurcsó Péter - Kerekes Sándor - Tóth László: *Mérési gyakorlatok*, KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 1999, p. 244
- [17] Gáti József - Kovács Mihály: *Ipari anyagok és előgyártmányok*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999, p. 160
- [18] Gáti József - Kovács Mihály: *Ívhegesztés*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2008, p. 92
- [19] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Bevezetés az anyagtechnológiák informatikájába*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2007, p. 213
- [20] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Felületkezelés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2009, p. 359
- [21] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I. - Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010, p. 286
- [22] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II. - Berendezések és mérések*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010, p. 286
- [23] Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar - Dunaújvárosi Főiskola - Kecskeméti Főiskola - Széchenyi István Főiskola - Vision Multimédia Kft.: „Alpanyaggyártó technológiák” interaktív multimédiás oktatómodul, Apertus Közalapítvány, Budapest, 2002
- [24] Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar - Dunaújvárosi Főiskola - Kecskeméti Főiskola - Széchenyi István Főiskola - Vision Multimédia Kft.: „Hegesztéstechnika” interaktív multimédiás oktatómodul, Apertus Közalapítvány, Budapest, 2002
- [25] Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar - Dunaújvárosi Főiskola - Kecskeméti Főiskola - Széchenyi István Főiskola - Vision Multimédia Kft.: „Képlékenyalakító technológiák” interaktív multimédiás oktatómodul, Apertus Közalapítvány, Budapest, 2002
- [26] Bagyinszki Gyula - Czinege Imre: *Fémek gyártási eljárásai*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2007
- [27] Bagyinszki Gyula – Berecz Tibor – Dobránszky János – Kovács-Coskun Tünde – Szabó Péter János – Mészáros István – Nagyné Halász Erzsébet – Pinke Péter – Szakál Zoltán – Varga Péter: *Anyagtudomány*, Typotex Kiadó, Budapest, 2012
- [28] Bagyinszki Gyula – Borossay Béla – Dobránszky János – Kári-Horváth Attila -Kovács-Coskun Tünde –Mucsi András – Nagyné Halász Erzsébet – Németh Árpád – Pálinkás István – Szakál Zoltán – Zsidai László: *Anyagtechnológia*, Typotex Kiadó, Budapest, 2012

dr. Bagyinszki Gyula, egyetemi docens
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és
Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: bagyinszki.gyula@bkgk.uni-obuda.hu

dr. Rácz Pál, egyetemi docens
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és
Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: racz.pal@bkgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A LÉZERES ANYAGMEGMUNKÁLÁS VESZÉLYESSÉGE

BAGYINSZKI Gyula, BITAY Enikő

Abstract

The laser is not just a technical managers (installation, operation) and technological (eg, parameter choices), but safety (accident and health) matters should be sufficiently knowledgeable about the relevant regulations must be observed. This brief overview aims to contribute to this, especially in raising awareness and highlighting the most important aspects.

Keywords:

laser radiation, power density, materials technology, laser equipment, hazard class, wavelength range, emission limits

Összefoglalás

A lézerüzemeltetőknek nemcsak technikai (telepítési, működtetési) és technológiai (pl. paraméterválasztási), hanem biztonságtechnikai (baleset- és egészségvédelmi) kérdésekben is kellően tájékozottnak kell lenni, a vonatkozó előírásokat be kell tartaniuk. Ez a rövid áttekintés ehhez kíván hozzájárulni, elsősorban a figyelemfelhívás és a fontosabb szempontok kiemelésének célzatával.

Kulcsszavak:

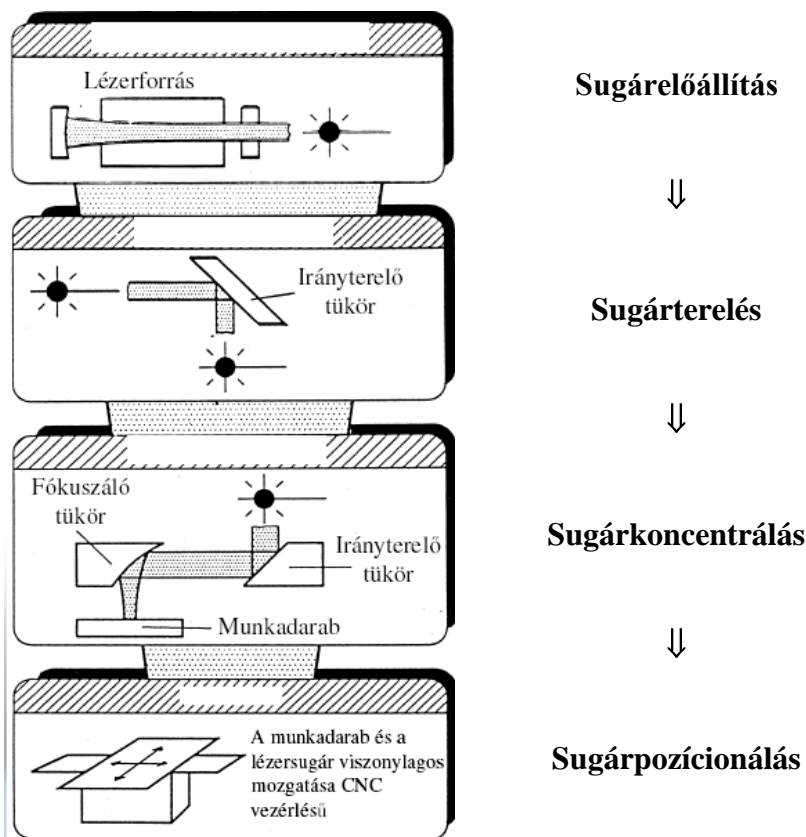
lézersugárzás, teljesítménysűrűség, anyagtechnológia, lézerberendezés, veszélyességi osztály, hullámhossz-tartomány, kisugárzási határértékek

1. Bevezető

A nagy teljesítménysűrűségű ($> 10^2\text{--}10^4 \text{ W/mm}^2$) lézersugaras hőforrások és a velük megvalósuló anyagtechnológiák (pl. vágás, hegesztés, felületkezelés) főbb jellemzői (1. ábra):

- gyorsan ki-be kapcsolhatók, pontosan, tehetetlenség nélkül, kontaktusmentesen adott helyre és mélységre (bonyolult geometriák követésére) pozícionálhatók;
- az egyébként nehezen hozzáférhető megmunkálási helyek is egyszerűen elérhetők (a sugárforrás – munkadarab távolság nincs szűk tartományra korlátozva);
- pontosan beállítható és jól ellenőrizhető a fókuszpozíció és a fókuszméret, illetve a sáv-követés;
- a teljesítmény nagy pontossággal szabályozható (csak az melegszik, amit kezelni akarunk);
- könnyen (tisztán elektronikus úton) valósul meg a folyamatszabályozás (a folyamatparaméterek egyszerűen, flexibilisen, gyakran fokozatmentesen változtathatók, adott berendezésnél jól reprodukálhatók), a megmunkálási ciklus gyorsan irányítható, illetve jól automatizálható (minden eljárás-paraméter számítógéppel vezérelhető);
- a folyamatos működés mellett impulzusos üzemmód is lehetséges;

- a kisebb hőbevitel, illetve kisebb termikus igénybevétel következtében a munkadarab nagyobb tömege hideg rugalmas állapotban marad, keskenyebb hőhatásövezet jön létre, kisebbek a deformációk és a méretváltozások, lehetővé válik előzetesen hőkezelt, illetve hőérzékeny állapotú anyagok megmunkálása is;
- a nagyobb alkalmazható relatív sebesség révén kisebb a főidő, nő a termelékenység, viszont magasak a beruházási és az üzemeltetési költségek, így jó kihasználtsági fokra kell törekedni a meglévő berendezésnél;
- de a „láthatatlan” sugárveszély egészségkárosító hatása ellen biztonságtechnikai eszközökre, illetve intézkedésekre van szükség.



1. ábra. Lézeres anyagmegmunkálás főbb sajátosságai

2. Lézerberendezések veszélyességi osztályai

A lézerberendezések igen intenzív, a látható vagy az infravörös, illetve az ultraibolya hullámhossztartományba (100 nm – 1 mm) eső, erősen nyalábolt elektromágneses sugárzást állítanak elő indukált emisszió útján. A lézersugárzás fotokémiai, termikus vagy optomechanikai hatásai károsodást idézhetnek elő. A sugárzás elsősorban a szemet károsíthatja, akár nem gyógyítható módon is. A balesetvédelmi előírás hatálya ezért kiterjed a lézersugárzás előállítására, továbbítására és alkalmazására, illetve az ezeket megvalósító berendezésekre vagy kísérleti eszközökre. A

lézersugárzás alkalmazásához tartozik a lézerberendezések próbaüzeme, rendeltetésszerű alkalmazása és karbantartása is.

Folyamatos működésű (folyamatosan sugárzó) a 0,25 s-nál hosszabb ideig működő lézer. Az impulzuslézer az energiáját egyedi impulzus vagy impulzusok sorozata formájában szabadítja fel, és egy impulzus hossza kisebb, mint 0,25 s. Az expozíciós idő egy impulzus, impulzussorozat vagy tartós folytonos működés időbeni hossza, amely alatt a lézersugárzás az emberi testre vetül.

Egy lézerberendezés veszélyességi osztálya a hozzáférhető lézersugárzás által feltételezhető veszélyeztetési mérték szerint a következő lehet (**2. ábra**):

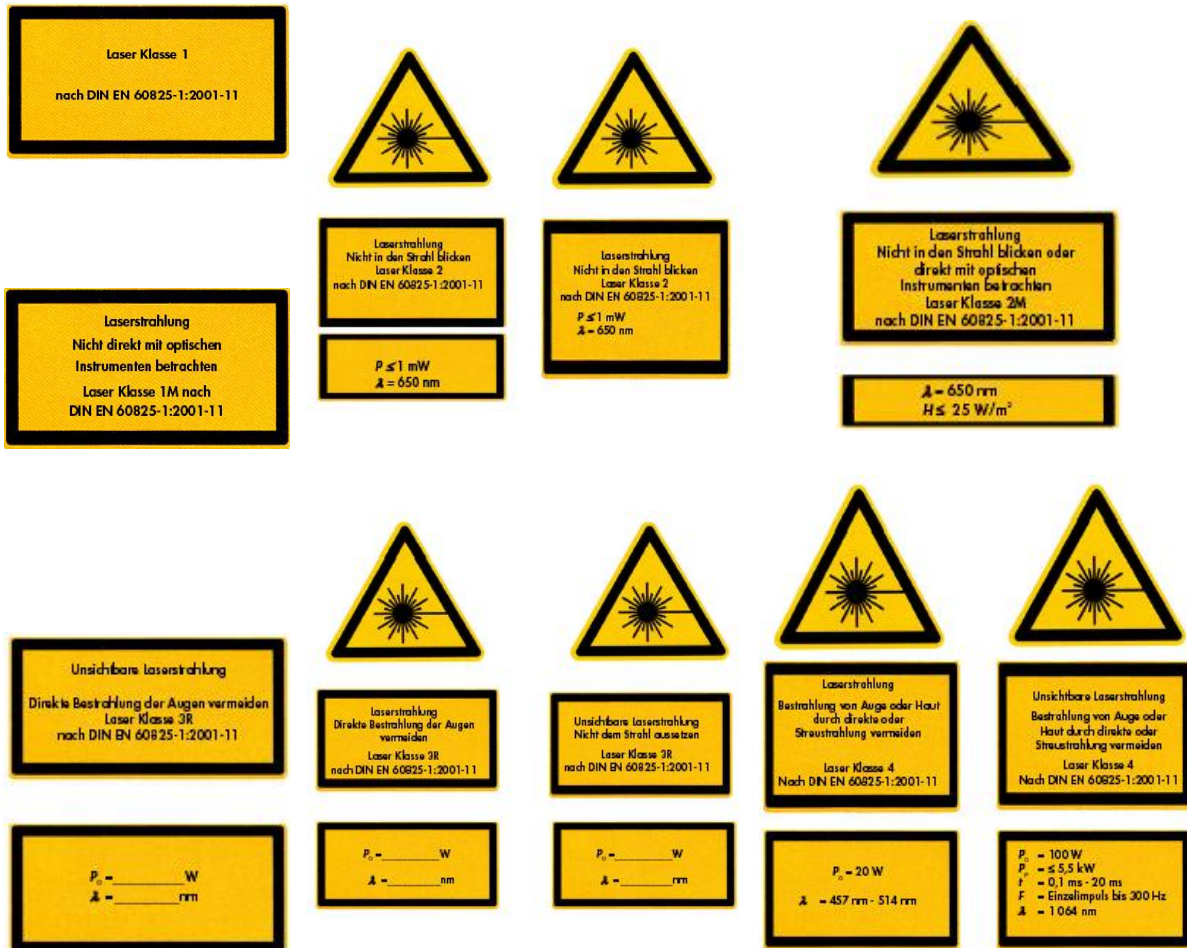
- 1. osztály: A hozzáférhető lézersugárzás veszélytelen.
- 2. osztály: A hozzáférhető lézersugárzás csak a látható hullámhossz tartományába esik (400 nm-től 700 nm-ig terjedően). Az ilyen sugárzás rövid ideig ($< 0,25$ s) a szemre veszélytelen.
- 3A osztály: A hozzáférhető lézersugárzás veszélyes a szemre, ha a sugárkeresztmetszetet optikai berendezés leszűkíti. Ha ez nem áll fenn, akkor a látható hullámhossztartományba (400 nm-től 700 nm-ig) eső rövid idejű ($< 0,25$ s) sugárzás, illetve más hullámhossz-tartományba eső hosszú idejű sugárzás veszélytelen (3R osztály).
- 3B osztály: A látható lézersugárzás veszélyes a szemre és különleges esetben a bőrre is ($P \leq 500$ mW).
- 4 osztály: A hozzáférhető lézersugárzás igen veszélyes a szemre és a bőrre. A szórt sugárzás szintén veszélyes, sőt a lézersugár égési vagy robbanási veszélyt idézhet elő.

Az 1-től 4-ig számozott osztályba sorolás tehát a lézersugárzás által feltételezhető veszélyeztetettségi mérték szerint növekszik. A szemre való veszélyességet külön veszik figyelembe, és ha a szemet és a bőrt azonos módon éri a sugárzás, akkor a szem a veszélyeztetettebb szerv.

Az 1. osztályú lézerberendezések többnyire magasabb osztályú beépített lézert tartalmaznak, amelynek sugárzása azonban olyan mértékben árnyékolt vagy legyengített, hogy a rendeltetésszerű alkalmazáskor kilépő lézersugár veszélytelen. Az 1. osztályú lézerberendezés karbantartásakor gyakran megváltozik a lézerberendezés veszélyességi osztálya; ekkor az így létrejött osztályra vonatkozó védőintézkedéseket kell megtenni. A 100 s feletti alapidejű 1. osztályú lézerberendezések csak rendeltetésszerű üzemeltetés esetén biztonságosak. Ez azt jelenti, hogy a lézersugárba való hosszabb idejű nézés veszélyes lehet.

A 2. osztályú lézerberendezéseknél a szemet a nyalábba való akaratlan, rövid ideig tartó nézés ellen pislogási reflex védi. A 2. osztályú lézerberendezéseket ezért minden további védőintézkedés nélkül üzembe lehet helyezni, ha szavatolják, hogy nem követelmény sem a 0,25 s-nél hosszabb idejű szándékos belenézés, sem pedig a nyalábba való ismételt nézés, illetve nincs közvetlenül visszaverődő lézersugárzás. A folyamatosan sugárzó 2. osztályú lézer esetén a megengedett kisugárzási határérték 1 mW.

Amennyiben nem alkalmaznak semmilyen sugárkeresztmetszetet szűkítő optikai eszközt, akkor a csak látható hullámhossztartományban sugárzó 3A osztályú lézerberendezések veszélyeztetési foka megegyezik a 2. osztályúakéval (2M osztály). A láthatatlan hullámhossztartományban sugárzó 3A osztályú lézerberendezések veszélyeztetési foka megegyezik az 1. osztályúakéval (1M osztály).



2. ábra. Lézerberendezések veszélyességi osztályának jelölései

A 3B osztályú lézerberendezések fókuszolatlan lézersugárzása általi, látható tartományban emittálódó szórt visszaverődésének nézése veszélytelen 13 cm-nél nagyobb távolságú és 10 s-nál rövidebb idejű észleléskor. A bőr hozzáférhető lézersugárzás általi veszélyeztetettsége fennáll a 3B. osztályú lézerberendezéseknél a nagyobb teljesítmény-, illetve teljesítménysűrűség-tartományban, ha a legnagyobb megengedett maximális expozíció értéke meghaladja a vonatkozó előírás hullámhosszfüggő értékét. A 3B. osztályú lézerberendezések alkalmazásakor adott esetben égési és robbanási veszély állhat fenn.

A 4. osztályú lézerberendezések nagy teljesítményű lézerek ($P \geq 500 \text{ mW}$), amelyek kimenő teljesítménye, illetve energiája meghaladja a 3B. osztályú berendezésekre meghatározott megengedett kisugárzási határértéket. A 4. osztályú lézerberendezések sugárzása olyan erős, hogy az expozíció

mindenfajta típusa a szemet vagy a bőrt károsíthatja. Ezenkívül a 4. osztályú lézerberendezéseknél mindig vizsgálni kell, hogy tettek-e megfelelő intézkedéseket az égési és robbanási veszély elkerülése érdekében.

A nagy teljesítményű lézert – ha azt az alkalmazás módja nem zárja ki – zárt térben kell működtetni. A hatásterületet mentesíteni kell a jól visszaverő tárgyaktól vagy felületektől. Ha a 3B. vagy 4. osztályú lézerberendezések lézertartománya esetén ez nem lehetséges, akkor a vállalkozónak a szem vagy a bőr védelme céljából megfelelő szemvédőket, védőruházatot vagy védőkesztyűt kell rendelkezésre bocsátania. A biztonságos üzemeltetéshez szükséges védőberendezéseket és személyi védőfelszereléseket a foglalkoztatottaknak viselniük kell. Az arc védelme és kesztyű viselése különösen az ultraibolya sugárzás tartományában (pl. eximer-lézernél) követelmény. Mivel a lézer-védőszemüvegek kielégítő védőhatása általában csak egy keskeny hullámhossztartományban hatásos, a különböző hullámhosszú lézereket ne egy időben, avagy egymástól elválasztott lézertartományban üzemeltessék.

3. További veszélyforrások

Mielőtt egy anyag intenzív lézersugár hatásának lenne kitéve, vizsgálni kell, vajon képződhetnek-e elgőzölgés, elégés, kémiai reakciók vagy elporlasztás (aeroszolhatás) által egészségre veszélyes koncentrációjú gázok, gőzök, köd vagy robbanásveszélyes keverék. Például műanyagok lézerrel való megmunkálásakor mérgező bomlási termékek keletkezhetnek. Az impulzusos lézersugárzás az anyagokon nemcsak gázok képződéséhez, hanem az anyag elporlasztáshoz (aeroszolképződés) is vezethet.

Intenzív lézersugár alkalmazásakor – különösen hegesztéskor, vágáskor, anyagleválasztáskor és anyagok hevítésekor – intenzív, koherens másodlagos sugárzás jöhet létre. A foglalkoztatottaknak kiegészítő védőszűrőt (pl. hegesztő-védőszűrő) kell viselniük a veszélyeztetés ellen.

4. Sugárvédelmi felelős

A 3B. vagy 4. osztályú lézerberendezés üzemeltetéséhez lézersugár-védelmi felelőst kell írásban megbízni. A lézersugár-védelmi felelős feladatkörébe elsősorban a következők tartoznak:

- tanácsadás a vállalkozó és felelős felettese számára a lézersugár-védelem kérdéseiben, a lézerberendezés beszerzésében és üzembe helyezésében, valamint az üzemi balesetvédelmi intézkedések meghatározásában, az egyéni védőfelszerelések szakszerű kiválasztásában;
- közreműködés a lézerberendezést üzemeltetők oktatásában és a lézerterületen kialakuló veszélyek, illetve védőintézkedések oktatásában;
- közreműködés a lézerberendezések vizsgálatában a vonatkozó előírásoknak megfelelően;
- a biztonsági és védőintézkedések betartásának ellenőrzése, különös tekintettel a szemvédők rendeltetészerű használatára, a lézertartomány megjelölésére és behatárolására;

- a vállalkozó és a felelős felettesek informálása a lézerberendezés zavarairól és hiányosságairól;
- a lézersugárzás okozta balesetek üzemben belüli jelentése és azok kivizsgálása balesetvédelmi szakemberek bevonásával.

A lézersugár-védelmi felelős szakemberek képzésére szolgáló jóváhagyott tanfolyamoknak a következő tématerületeket kell tartalmazniuk: elmélet, gyakorlati alkalmazás, lézer biztonságtechnika. A „Lézer biztonságtechnika” szeminárium-blokk terjedelme 6 óra, de minimális óraszám legalább 4 óra legyen, és lebonyolítása során a következő témákat kell ismertetni: közvetlen, visszavert és szórt lézersugárzás; a szem károsodása; a bőr károsodása; lézerosztályok; veszélytelen lézersugárzás határértékei; tűz- és robbanásveszély; lézersugárzás általi gyúlékonyság; kémiai és toxikus veszélyeztettség; veszélyes anyagok keletkezése és elszívása; biztonsági berendezések, intézkedések és figyelő berendezések; lézer védőszemüvegek; lézer biztonságtechnikai előírások és rendelkezések; a lézersugár-védelmi felelősök feladatai és kötelességei.

5. Összefoglalás

A lézerről elhíresült mondás – „egy megoldás, ami keresi a problémát” – is kifejezi, rendkívül széles körű alkalmazhatóságát az élet szinte valamennyi fontos területén, így az ipari vállalkozásokban. Ez utóbbiakban is egyre bővül az ipari lézerek száma, amelyek akkor bizonyulnak hasznos „szerszámnak”, ha „helyesen” alkalmazzák azokat. A biztonságtechnikai ismeretek birtokában lehet elérni, hogy a „problémamegoldó” lézer ne okozzon egészséget veszélyeztető problémákat. Ez az összeállítás ezen ismeretek megalapozását szolgálja.

Irodalom

- [1] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: BGV B2, Unfallverhütungsvorschrift – Laserstrahlung; BGFE (Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik), Köln 1988, 1993, 1997, 1999.
- [2] Bagyinszki Gyula: *Lézerek alkalmazásának technológiai és biztonságtechnikai szempontjai*. XI. Nemzetközi és IV. GTE-MHtE-DVS Hegesztési Konferencia, Budapest, 2004. augusztus 23–26., 14-29. oldal
- [3] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Lézeres anyagtechnológiák energiasűrűségi jellemzői*. X. Fiala Műszaki Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2005. március 18–19., 75–80.
- [4] Bitay Enikő: *Lézeres felületkezelés és modellezés*. Műszaki Tudományos Füzetek. EME, Kolozsvár/Cluj, 2007.

dr. Bagyinszki Gyula, egyetemi docens
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és
Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

dr. Bitay Enikő, egyetemi docens,
Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Műszaki és Humántudományok Kar, 540485 Ro,
Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C.
E-mail: ebitay@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ÉRTÁGÍTÓ ÉS VEZETŐDRÓT KAPCSOLATA SORÁN FELMERÜLT PROBLÉMA ESETTANULMÁNYA

BÁN Melinda, SÉLLEY TORDA László, BOGNÁR Eszter

Abstract

Nowadays besides tumorous diseases the illnesses of the cardiovascular organs, the heart and the blood vessels are the most common. The aim of this paper is to examine the vasodilator tool applied in case of the disorder of the coronary arteries.

One of the most frequent ways to treat coronary artery diseases is to open the part of the vein mechanically with the help of a catheter. The guidewire is lead into the human body through the sheath, through which the implantation of a stent can also be managed. Stents are net-walled biocompatible pipes usually made of metal or polymer, and are most often inserted in blocked veins. The vasodilator sheath is a thin polymer pipe, through which the catheter is led and the procedure or the examination is performed.

The aim of this work is to investigate the causes of a problem that occurred when using a vasodilator tool during a surgery. The means was tested both destructively and nondestructively and the results were evaluated.

Key words:

guide wire, stent, obturator

Összefoglalás

Napjainkban a daganatos megbetegedések mellett a keringési szervek, a szív és az erek megbetegedései fordulnak elő leggyakrabban. Jelen dolgozat célja egy, a koszorúerek megbetegedését kezelő eljárás során alkalmazott értágító eszköz vizsgálata.

A koszorúér-betegség kezelésének egyik leggyakrabban alkalmazott módja az érszakasz mechanikus megnyitása katéter segítségével. Az obturátor hüvelyén keresztül jut be a vezetődrót az emberi testbe, amin keresztül egy sztent beültetése is történhet. A sztent egy hálós falú, általában fémből vagy polimerből készült, biokompatibilis cső, melyet leggyakrabban elzáródó erekbe helyeznek fel. Az értágító eszköz egy vékonyfalú polimer cső, amelyen keresztül vezetik be az érbe a vezetőkatétert vagy tágitókatétert, attól függően, hogy diagnosztikai vagy terápiás célból végzik a beavatkozást.

A munka célja egy beavatkozásoknál alkalmazott értágító eszköz használata során kiderült probléma okának a feltárása volt. A probléma klinikai beavatkozás közben adódott. Az eszközt roncsolásos- és roncsolásmentes vizsgálatoknak vetettük alá, majd a kapott eredményeket értékeltük ki.

Kulcsszavak:

vezetődrót, sztent, obturátor

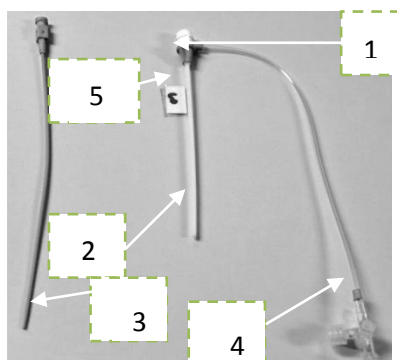
1. Bevezetés

Napjainkban a daganatos megbetegedések mellett a keringési szervek, a szív és az erek betegségei a vezető halálokok [1]. Angioplastika segítségével megnyitják a koszorúereket, ezután egy hosszú, vékony csövet (katétert) juttatnak fel a comb vagy a csukló artériáján keresztül az elzáródott érig a szívben. A katéter végén gyakran ballon található, amelyet rövid időre felfújnak. Ezzel egyidejűleg sztentet helyezhetnek az artéria kitégített részébe, hogy azt hosszútávon is nyitva maradjon.

A szakirodalmi áttekintés során számos példát találtunk a bevezetéshez használt eszközök problémáiról. Az irodalmi adatok szerint beavatkozás közben fordult elő, hogy az obturátor hüvelye eltört [2], az obturátor fej- és szár része elvált egymástól [3], az extrúziós gyártási eljárás során keletkező hibák törésekhez, elakadásokhoz, deformálódáshoz vezettek [4]. Ezekon kívül fordult már elő trombózis, akut értágító embólia, légembólia, aneurizma, pszeudoaneurizma, helyi fertőzés és szepszis [5,6]. Az itt felsorolt problémák megelőzéséhez kívántunk segítséget nyújtani jelen kutatással.

2. A vizsgált eszközök bemutatása

Az érelzáródás mechanikus megnyitása során, a beavatkozásban jelent segítséget az értágító hüvely. Az értágító hüvelyen keresztül jut be az a katéter és a vezetődrót az emberi testbe, amin keresztül a sztent beültetése is történhet. A vezetődróra kerül ballonra krimpelve a sztent. Az 1. ábrán látható az értágító hüvely-rendszer. Az értágító hüvelyek csőszerű eszközök, amelyek megkönnyítik a vezetődrótok és katéterek behelyezését és eltávolítását az artériákba és a vénákba. Tipikusan expandált poli-tetrafluor-etilénből (PTFE) készülnek, amely flexibilis és tulajdonságainak köszönhetően kisebb a kockázata a szöveten belüli elakadásnak. Az ábrán 1-es számmal jelzett vérszivárgást gátló szelep funkciója megakadályozni az esetlegesen előforduló vér visszaszivárgását. Flexibilis anyagból készült, ezen keresztül, átdugva helyezkedik el kezdetben az obturátor, majd a tű, majd a katéter, amin át pedig bejut a beavatkozás érdemi részét végző vezetődrót, valamint a vezetődrót mentén a ballonra krimpelt sztent. Az ábrán 2-es számú értágító hüvely a folytatása a vérszivárgást gátló szelepnak. Ez az általunk végzett vizsgálatban kiemelkedő szerepet kapott, mert az eszköz ezen részén jelentkeztek a bevezetés közbeni elakadások.. Az ábrán 3-as számú obturátor az értágító hüvelyében helyezkedik el, ahogyan az korábban is említettük került, amelynek kihúzása után lehet bevezetni a katétert. Az eszközök obturátor részeinek is kiemelt figyelmet szenteltünk a vizsgálatok során. Az ábrán 4-es számmal jelzett oldalsó toldalékok jelen műszaki vizsgálatok szempontjából figyelmen kívül hagyhatóak, ezeken keresztül juttatják be a kontrasztanyagot a szervezetbe. Az 5-ös számmal jelzett varratgyűrű a rögzítést szolgálja a beavatkozás közben.



1. ábra. Értágító hüvely részeivel: 1. vérszivárgást gátló szelep, 2. hüvely, 3. obturátor, 4. oldalsó toldalék, 5. varratgyűrű

Az általunk vizsgált eszköznél elakadási probléma lépett fel az eszköz hüvelyében, azaz beavatkozás közben elakadt a katéter. Roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatokat végeztünk a hiba forrásának felderítése céljából. Mintaként kaptunk egy darabot a működés közben problémát okozó eszközből, és négyet a helyesen működő típusból.

A vizsgálatok során fontosnak láttuk az értágító hüvelyen kívül az obturátor és maga a ballonkatéter vizsgálatát is, mert mindkét eszköz áthalad a beavatkozás során az értágító hüvelyen.

3. Az elvégzett vizsgálatok

Feltételeztük, hogy a problémát vagy a nem megfelelő geometriai tulajdonságok vagy az érintkező felületek nem megfelelő minősége vagy mindkét ok együttes jelenléte eredményezte. Az érintkező felületeket érdességük alapján jellemeztük.

Az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- sztereomikroszkópos: az értágító külső átmérőjét, valamint a felületi hibákat, sérüléseket vizsgáltuk. A felvételeket nagy felbontásban készítettük el. A sztereomikroszkópos mérésekhez Olympus SZX-18-as sztereomikroszkópot, illetve a hozzá tartozó Olympus Essential programot használtuk a felvételek kiértékeléséhez.

- röntgenmikroszkópos: az elkészített felvételek alapján az értágító belső, illetve a vezetődrót külső átmérőjét mértük. A röntgenmikroszkópos mérésekhez a BME EET-n található Dage XiDAT XD6600 típusú berendezést használtuk. A vizsgálat során a berendezés paraméterei: 100keV, 0,90 W.

- felületi érdességmérővel végzett vizsgálat: az érdességmérővel az obturátor felületi érdességét vizsgáltuk. A méréshez a Mitutoyo Surfest – 211 kézi mérőberendezést használtuk. A mérés során az eszköz a 2,5 mm-nyi vizsgált terület átlagos felületi érdességét (Ra) határozta meg. A mérőfej sebessége a mérés során 0,5mm/másodperc volt.

- szakítógépes vizsgálat: Az értágító mozgását a hüvelyben szakítógép segítségével modelleztük. A szakítógéphez az általunk használt eszközök vizsgálatára alkalmas befogót gyártattunk. A szakítógép alsó befogójába a hüvelyt rögzítettük, a felsőbe pedig az obturátort illetve a katétert. Munkánk során az Instron 5965 típusú szakítógéppel, 2kN-os erőmérőcellával dolgoztunk.

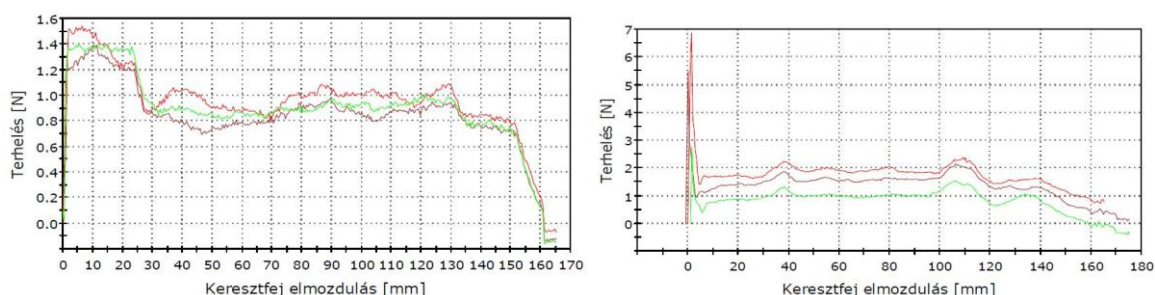
4. Eredmények, következtetések

A hibásan működő értágító eszköz obturátoránál és bevezető hüvelyénél is találtunk geometriai eltéréseket. Az obturátor csúcsi területe utáni szakaszon az átmérő nőtt, míg a bevezető hüvely belső átmérője az ennek megfelelő területen csökkent. A bevezetőhüvely bemeneti végénél változó átmérőjű területeket találtunk, amelyek az átlagos átmérőnél kisebbek voltak. Az ilyen jellegű hibák tipikusan gyártási folyamatok nem megfelelő alkalmazásakor keletkeznek, mert ezek a nem megfelelően végrehajtott extrúzió ömledékfolyási anomáliáinak a jelei (ömledéktörés, reológiai duzzadás).

A hibásan működő értágítórendszerrel azt találtuk, hogy az átlagos felületi érdessége kisebb volt, mint a jól működőé.

A hibásan működő obturátor mozgatásához nagyobb erőre volt szükség, mint a jól működőhöz.

Emellett a hibás obturátor és értágító hüvely mozgatásának megindításához nagyobb mértékű terhelés volt szükséges, ami a mérések során egy hirtelen fellépő erőcsúcsban jelentkezett, ezt megrántási jelenségnek neveztük. A valóságban az eszköz ilyen jellegű megrántása sérüléshez vezethet. Az eszközön keresztülvezetett vezetődrót egyenletes átmérővel rendelkezett, ez alól kivétel a hüvelybevezetendő vége, ahol átmérő növekedést találtunk. A 2. a és b ábrán a jól működő és a hibásan működő obturátorban mozgatott vezetődrót terhelés/elmozdulás diagrammja látható.



2. ábra. A szakítógépes vizsgálatok eredménye: a kezdeti szakaszon, növekedett átmérőnél a nem megfelelő obturátorban magasabb erőszükséglet jelentkezik az áthúzáshoz (bal-megfelelő obturátoron áthúzás, jobb-nem megfelelő obturátoron áthúzás)

A vezetődrót átmérő növekedése okozta terhelésnövekedés a kezdeti szakaszon látható.

A mérési adatok alapján kijelenthető, hogy az eszközök egymásban való mozgatásához szükséges erőt az egyes eszközök egymáshoz viszonyított geometriai tulajdonságai határozzák meg.

Kapott eredményeinkkel, következtetéseinkkel segítséget kívánunk nyújtani az ilyen és ehhez hasonló problémák jövőbeli elkerüléséhez az eszközök felhasználása és gyártása terén.

Irodalom

- [1] *Heart Disease and Stroke Statistics-2011 Update* : A Report From the American Heart Association, Circulation 123, 2011, e18-e209
- [2] J Pillarisetti , M Biria, A Balda et al.: *Integrity of vascular access: The story of a broken sheath!* Journal of vascular Nurses 27 (2009) 75-77
- [3] JH Hong: *An easy technique for the removal of a hemodialysis catheter stuck in central veins*, Journal of Vascular Access 11 (2010) 59-60
- [4] BM Braude, JS McLean: *Percutaneous sheath introducer shaft-hub disconnection during pulmonary artery catheterization* 34 (1987) 220-2
- [5] VS Davutoglu, H Kervancioglu, S Dinckal: *High incidence of occult femoral vein thrombosis related to multiple venous sheaths during electrophysiological studies*. Heart 90 (2004) 1061-2
- [6] G Fitt, T Kenneth, H Oliver: *Delayed fatal cardiac perforation by an indwelling long introducer sheath following transjugular intrahepatic portocaval stents (TIPS)*. Cardiovasc Intervent Radiol 16 (1993) 109-10

Bán Melinda, BSc-hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 7., MT. épület

Telefon / Fax: 061-463-1361 / 061-463-1366, E-mail: ban.melinda60@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ABRÁZIÓSAN KOPTATOTT FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIÁJÁNAK JELLEMZÉSE AZ ÉRDESSÉGI PARAMÉTEREKSEL

BARÁNYI István, GONDA Viktor

Abstract

Surface microtopography plays a dual role in the course of friction and wear processes. It affects the contact and temperature conditions, and it undergoes significant changes in accordance with the wear mechanism. The amplitude, spacing, hybrid and functional parameters of microtopographies provide opportunities for understanding more deeply the wear process. Wear experiments and surface roughness measurements before and after the wear were performed. The aim of this study was to define the availability of the roughness parameters to describe the microtopography modification during the abrasive tribological process.

Key words: microtopography, abrasion, wear, PSD

Összefoglalás

A mikrotopográfia kettős szerepet tölt be a súrlódási és kopási folyamatokban. Hatással van a például a valós érintkezési felületek nagyságára és a hőviszonyokra, valamint a változásai befolyásolják a kopási folyamatot. A magassági, térközi, hibrid és funkcionális paraméterek lehetőséget adnak a kopási folyamat mélyebb megértéséhez. A kísérletek során a felületi mikrotopográfiai mérést végeztem a kopási folyamat elején és végén is. A szerző jelen cikkben a kopási folyamat során változó mikrotopográfia leírását mutatja be abrazív kopási folyamat során.

Kulcsszavak:

Mikrotopográfia, abrázió, kopás PSD

1. Bevezetés

Az előző évtizedekben a mérés technikában újfajta mérőrendszerek és módszerek kerültek kifejlesztésre, melyeknek segítségével a kutatói munkában nagymértékben fejlődött a mikrotopográfiai kiértékelési lehetősége. Ezek a technikák viszont csak kismértékben kerültek alkalmazásra a tribológiai vizsgálatokban, mivel a kutatók általában az új módszerek segítségével a gyártott felületek jellemzőit határozzák meg.

A szakirodalmi művekből látható, hogy a legtöbb kutató a kétdimenziós mérési és kiértékelési rendszert részesíti előnyben a kopási folyamat leírásakor. A legtöbbször a változások az hagyományos paraméterekkel kerülnek leírásra (pl. az R_a , R_q , R_{sk} és R_{ku}). A felsorolt paraméterek a matematikai megfogalmazásuk miatt alkalmasak a felületi mikrotopográfia részletes, de nem teljes leírására. Az

előzőekben felsorolt paraméterek között vannak olyanok, melyek érzékenyek a lokális hibákra és/vagy definiálják a kopás kezdeti szakaszát [1].

2. Alkalmazott matematikai módszerek

A szakirodalmi hivatkozások a kiértékelési módszereket két nagy csoportra osztják: a leggyakrabban alkalmazott módszerek a Descartes-térben dolgoznak, a mási csoportba pedig a hullámhossz-térbe történő transzformáció után határozzák meg a paraméterek értékeit [2].

A kutatói gyakorlatban leggyakrabban elterjedt kétdimenziós paraméterek háromdimenziós megfelelőjét az alábbi matematikai formulákkal lehet definiálni [3],[4]:

$$S_a = \iint_A Z(x,y) dx dy \quad (1)$$

$$S_q = \sqrt{\iint_A Z(x,y)^2 dx dy} \quad (2)$$

$$S_{sk} = \frac{1}{s_q^3} \iint_A (Z(x,y))^3 dx dy \quad (3)$$

$$S_{sk} = \frac{1}{s_q^4} \iint_A (Z(x,y))^4 dx dy \quad (4)$$

Napjaink kiértékelési technikáiban sokszor megjelenik a jelek hullámhossz-összetevőkre történő bontása. Ennek egyik legelterjedtebb matematikai módja a Fourier-transzformáció, melynél a jelet a mérési hossz és a mérési lépésköz figyelembevételével felbontjuk hullámhossz-összetevőkre az alábbi formula segítségével:

$$F(q) = \Delta x \sum_{i=1}^M Z(x) e^{-j2\pi qx} \quad (5)$$

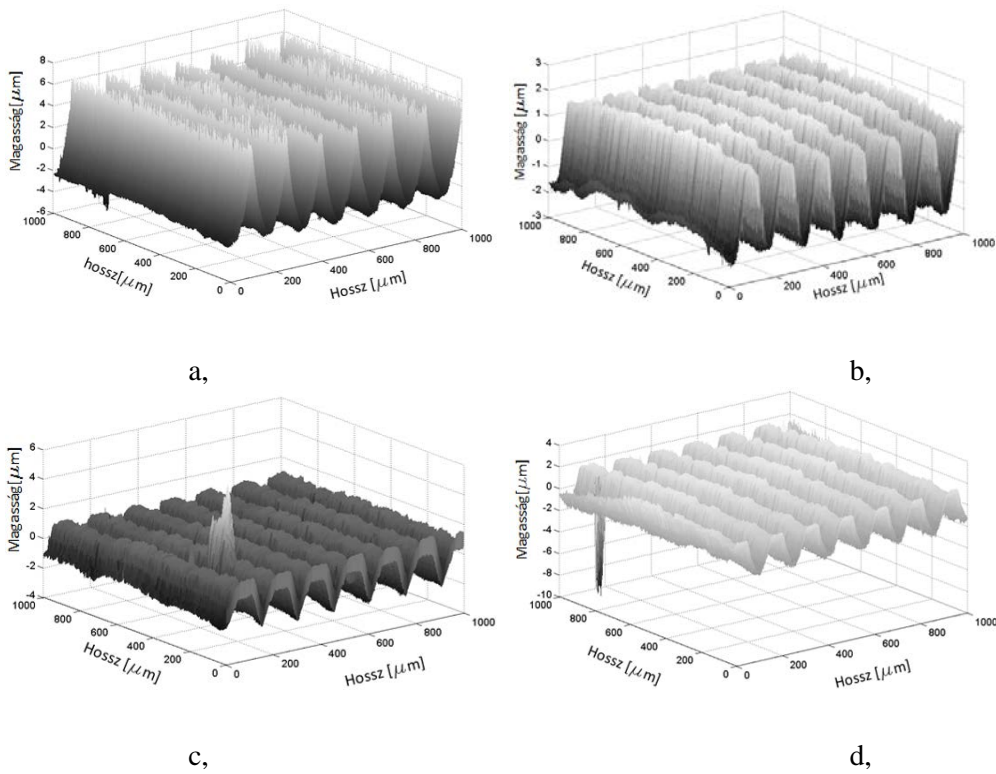
3. Kísérletek bemutatása

A kísérletek elvégzésekor egy az ipar gyakorlatban is elterjedten alkalmazott átlagos érdességű (Ra=2mm) darabot vizsgáltam. Az abrázios koptatás magvalósítása csiszolópapír segítségével történt, a vizsgálatoknál kenést nem alkalmaztam. A mérésekkor különböző úthosszt (13 m és 26 m) és koptatási sebességet állítottam be (25 mm/s és 50 mm/s).

A koptatási kísérlet előtti és utáni mikrotopográfiákat az 1. ábra szemlélteti, az érdességi paramétereket pedig az 1. táblázat mutatja be.

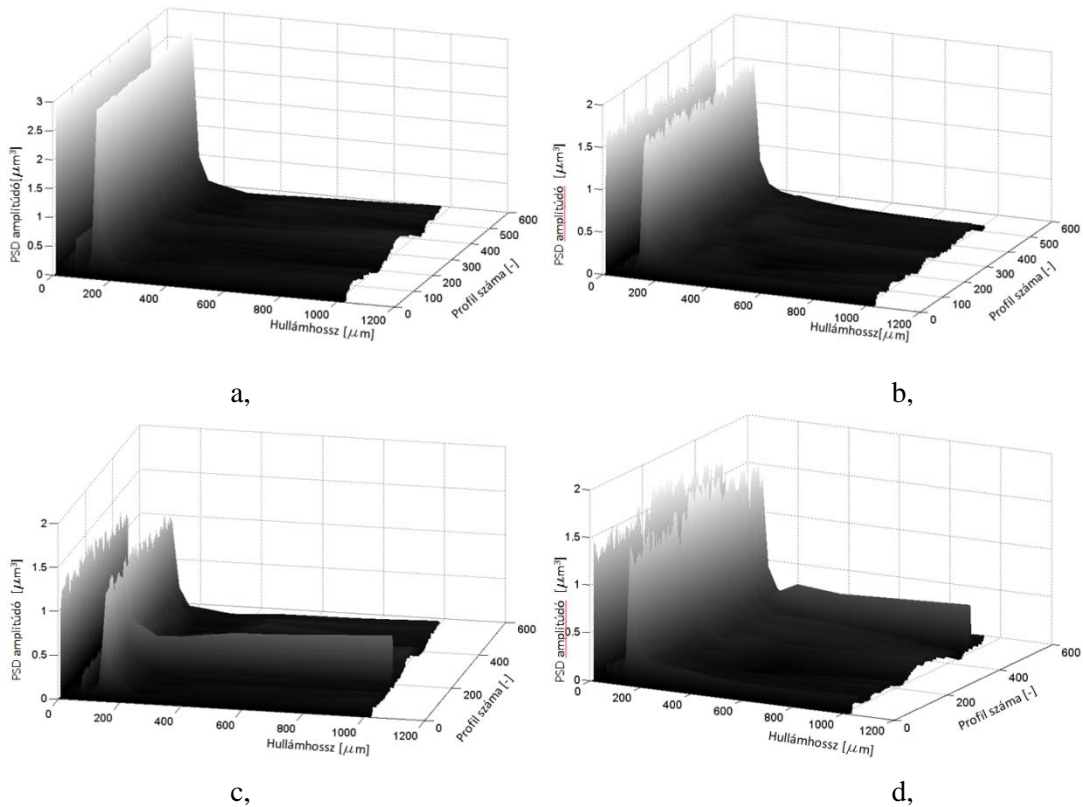
1. táblázat. A minták érdességi paraméterei a koptatás előtt és után

	F [N]	s [m]	v [mm/s]	sa [mm]	sq [mm]	sz [mm]	ssk	sku	A(PSD) maximum [mm ³]
eredeti 1.a.	-	-	-	2	2.38	16.11	0.65	2.66	2.96
kopott 1.b.	200	13	25	1.14	1.31	12.91	-0.58	5.06	1.75
kopott 1.c.	200	13	50	1.16	1.29	9.68	-0.48	3.29	1.64
kopott 1.d.	200	26	50	0.89	1.13	19.62	-2.95	31.74	1.77



1. ábra a.-d. Az eredeti és kopott mikrotopográfiák

A 2. ábra a mikrotopográfiák hullámhossz térbe történő transzformációjának eredményét mutatja. A Fourier sorbafejtés a mikrotopográfia előtolás irányú profiljain történt. Az eredményekből látható, hogy domináns hullámhosszként mindig ugyanaz az érték jelenik meg különböző amplitúdóval.



2. ábra a.-d. Az eredeti és kopott mikrotopográfiák hullámhossz térben

4. Következtetések

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy az Sa és Sz értékei a kopási folyamat során csökkentek az eredeti mikrotopográfiához viszonyítva, de a lokális hibákról nem adnak megfelelően részletes információt. Az Sz értéke matematikai definíciója miatt a lokális hibák függőleges irányú méretét jellemzi, az Ssk és Sku értékei pedig a völgyzóna lokális hibáira érzékenyek.

Hullámhossz térben elmondható, hogy a PSD amplitúdó csökkent a kopás során, valamint a lokális hibák helyzete és annak lakja is meghatározható.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Horváth S.: *2D and 3D characterization of surface waviness; survey and analysis of its impact on operational characteristics*. Dissertation, National Defence University 2008 87-97.o
- [2] Ao Y, Wang QJ, Chen P.: *Simulating the worn surface in a wear process*. Wear 2002;252: 37-44
- [3] Stout KJ, Sullivan PJ, Dong WP, Mainsah E, Luo N, Mathia T, Zahouni H.: *The development of methods for characterisation of roughness in three dimensions*. University of Birmingham Edgbaston 1993 35-40.o
- [4] Horváth Richárd, Kovács-Palásti B., Sipos Sándor: *Optimal tool selection for environmental-friendly turning operation of aluminium*, Hungarian Journal of Industrial Chemistry 39(2): 257-263, 2011
- [5] Persson BNJ, Albohr O, Trataglino U, Volokitin AI, Tosatti E.: *On the nature of surface roughness with application to contact mechanics, sealing, rubber friction and adhesion*. J. Phys, Condens. Matter, 17:R1-R62, 2005

Barányi István, tanársegéd

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8

Telefon / Fax: +36-1-666-5337

E-mail: baranyi.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Gonda Viktor, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8

Telefon / Fax: +36-1-666-5310

E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ÉS TESZTFÜGGVÉNYEK FEJLESZTÉSE

BARCSÁK Csaba, MARCSÁK Gábor, JÁRMAI Károly

Abstract

The aim of this research is to develop an advanced web application, which is a standalone collection of modern heuristic optimization algorithms. The algorithms are also a target to improve their efficiency and reliability. There have been test functions developed for comparison of different optimization algorithms.

Key words:

optimization techniques, test functions

Összefoglalás

A kutatás célja hogy kidolgozzon egy fejlett webes alkalmazást, amely egy önálló gyűjteménye a modern heurisztikus optimáló algoritmusoknak. Az algoritmusok fejlesztése is cél, hogy javítsuk a hatékonyságukat és a megbízhatóságukat. Kidolgozásra kerültek teszt függvények, hogy a különböző optimalizálási algoritmusok összehasonlíthatóak legyenek.

Kulcsszavak:

optimáló algoritmusok, tesztfüggvények

1. Bevezetés

Az optimáló algoritmusok a mérnöki munka számos területén alkalmazásra kerülnek. Egyik fontos területe a mérnöki objektum (mérnöki szerkezetek, gépszerkezetek, stb.), másik a mérnöki rendszer (logisztikai, energetikai, stb.) optimalizálása. Az optimalizálás általában azt jelenti, hogy a célfüggvényt (anyag, költség, élettartam, stb.) minimáljuk, vagy maximáljuk a változók (méretek, darabszám, anyagminőség, kapacitás, stb.) értékének módosításával úgy, hogy feleljen meg az objektum, vagy rendszer az előírt feltételeknek (feszültség, alakváltozás, csillapítás, kapacitás, teherbírás, stb.). Nagyon sok optimáló algoritmus létezik, ebből most csak néhányat említünk. Az újabb optimáló módszerek heurisztikusak.

2. Web alkalmazás fejlesztése JavaFX környezetben optimalizálási problémák megoldására

A heurisztikus algoritmusok gyűjteményéhez mindenekelőtt egy keretrendszert kellett kifejleszteni, mely tárolja, rendszeri azokat. A program tervezésekor több fontos szempont lett figyelembe véve.

Az Interneten bárki számára könnyen és gyorsan hozzáférhető web alkalmazás legyen, amit nem kell külön telepíteni, böngészőből használható.

A legtöbb heurisztikus algoritmus implementációja sokkal egyszerűbb modern, objektum orientált paradigmát követő programozási nyelvek segítségével. Annak ellenére, hogy a nem informált kereső eljárásokhoz viszonyítva kevesebb számítás árán jutnak eredményre, bonyolult problémák esetén fontos a választott technológia futási sebessége.

- Alapvető követelmény a könnyen kezelhető, informatív felhasználói felület.
- Fontos volt továbbá, hogy az algoritmusok gyűjteményét könnyen lehessen bővíteni. A keretrendszer ennek megfelelően egyfajta moduláris struktúrát követ.
- A fent vázolt szempontok figyelembevételével a viszonylag újnak számító JavaFX technológiát alkalmaztuk a megvalósításhoz. Egyik legfontosabb előnye a Java technológiából eredő platformfüggetlenség, mely lehetővé teszi használatát Windows, Mac OS X és Linux rendszereken. A közeljövőben várhatóan az Android és iOS mobil operációs rendszerek is támogatottá válnak, ezzel lehetővé téve a technológia használatát okostelefonokon és táblagépeken. A JavaFX programok asztali alkalmazásként és web alkalmazásként egyaránt képesek működni, a két mód között pedig nincs szignifikáns sebességbeli különbség, mivel futtatásukról ugyanaz a Java Virtuális Gép (JVM) gondoskodik.

3. Heurisztikus algoritmusok

Újabban előtérbe kerültek azok a heurisztikus algoritmusok, melyek működési elve valamilyen természeti jelenségen alapul, például Darwin evolúciós elméletén. A különböző élőlények adott helyzetben való viselkedésmintájából merítve jó eredményeket lehet elérni, ennek analógiájára dolgozták ki többek között a madár és halrajok mozgásán (Particle Swarm Optimization **PSO**), a baktérium (Bacterial Foraging **BFO**), a differenciális evolúció (**DE**) és hangyakolóniák (Ant Colony) táplálkozásán, vagy a szentjánosbogarak fényjelenségein (Firefly) alapuló módszereket.

4. Particle Swarm algoritmus

A Particle Swarm Optimization (részecske-csoport) algoritmust 1995-ben dolgozták ki [1]. Működését a madár és halrajok mozgása inspirálta. A nagyszámú egyed mozgásában egyfajta rendezettség figyelhető meg. Érzékelik egymás helyzetét, bizonyos mértékben pedig emlékeznek a korábbi pozíciókra. A keresés adott számú részecske létrehozásával kezdődik, amik véletlenszerű kiindulási pontokban helyezkednek el. A részecskék tárolják aktuális és addigi legjobb pozíciójukat, valamint a részecske csoport addigi legjobb pozícióját. Hogy az adott pozíció mennyire jó az adott keresés szempontjából, mindig egy fitness függvénnyel határozható meg. Az iterálás addig folytatódik, míg nem teljesül valamilyen leállási feltétel.

5. A PSO algoritmus bővítése gradiens becsléssel

A standard algoritmus a célfüggvény kiszámított értékein kívül más információkkal nem rendelkezik a függvényről, pedig több esetben hasznos lenne a függvény egyes lokális tulajdonságainak ismerete, mivel ezen információk nem kötődnek a véletlenhez és általuk hatékonyabbá tehetnénk az eljárást. Az egyik ilyen lokális tulajdonság a gradiens, melyet, mivel csak diszkrét pontokban rendelkezünk mintákkal, becsülnünk kell. A véges differencia alapú megoldások gyors és hatékony megoldást nyújtanak a gradiens becslésére diszkrét adatok esetén. Mindegyik véges differencia alapú séma a differenciálható függvény Taylor-sorából indul ki, amely egy egydimenziós függvény $f(x)$ esetében a következőképp írható fel:

$$f(x_0 + h) \approx f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}h + \frac{f''(x_0)}{2!}h^2 + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}h^n \tag{1}$$

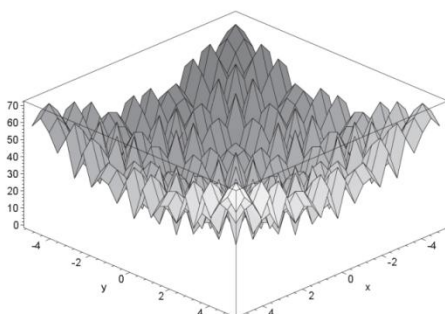
Abban az esetben, ha a Taylor-sort abbahagyjuk a második tagnál és kifejezzük a deriváltat, a következő formula adódik:

$$f'(x_0) \approx \frac{f(x_0) - f(x_0 - h)}{h} \tag{2}$$

Ezt a képletet az irodalom backward difference (hátravett differenciák) becslés néven említi. Ez a megoldás egyszerű, gyorsan kiszámolható, hátránya viszont az, hogy kevésbé pontos. Léteznek összetettebb gradienst becselő megoldások az irodalomban, de azok számításgényesebbek az előbbieken leírt eljárásoknál, és kettőnél több mintavételi pontot igényelnek. Egy adott részecske mozgása során adott pillanatig érintett pontokhoz tartozó függvény értékeket felhasználhatjuk az adott pontokban vett gradiensek becslésére. Az általunk implementált algoritmusban a backward difference módszer került beépítésre. A gradienseket az elkészült algoritmus a részecskék sebességének beállítására használja, ezáltal a részecskék a függvény értelmezési tartományának egyes intervallumaiban gyorsabban, míg más intervallumokban lassabban mozognak. Minden egyes részecske a pozíció és sebesség adatok mellett tárolja, hogy a már érintett pontokban hány egymás utáni esetben talált pozitív előjelű gradienst. Az algoritmus a szimulációk során összességében jobban teljesített, mint a standard változat.

6. Az algoritmusok tesztelése

Az algoritmusok teszteléséhez a Rastrigin's tesztfüggvény kétváltozós változatát használtuk, mely az 1. ábrán látható [2]:



A tesztfüggvénynek az $x=0.0, y=0.0$ helyen van globális minimuma, melynek értéke 0.0. A teszt célja a következő kérdések megválaszolása volt:

- Milyen hatékonysággal találják meg az algoritmusok az optimális megoldást?

- Ha mindhárom algoritmus esetén azonos számú populációt adok meg, valamint leállási feltételként is

1. ábra. A kétváltozós Rastrigin's függvény ugyanazon iterációs korlátot kapják, akkor megállapítható, hogy melyik algoritmus működik a leggyorsabban. A leggyorsabb működés természetesen nem feltétlenül jelent egyúttal leghatékonyabbat is.

- Fejlettebb leállási feltétel definiálásával milyen mértékben növelhető a hatékonyság?

1. táblázat. Teszteredmények

	Idő [ms]	x	y	Fitnesz
PSO	26	$-7,92 \cdot 10^{-10}$	$2,27 \cdot 10^{-11}$	$1,40 \cdot 10^{-9}$
PSO*	18	$3,82 \cdot 10^{-10}$	$-6,94 \cdot 10^{-10}$	$8,25 \cdot 10^{-9}$
DE	30	$5,17 \cdot 10^{-6}$	$-1,25 \cdot 10^{-7}$	$4,43 \cdot 10^{-6}$
BFO	43	$3,41 \cdot 10^{-6}$	$2,18 \cdot 10^{-5}$	$9,63 \cdot 10^{-5}$

7. Összefoglalás

Kidolgozásra került egy JavaFX bázisú keretrendszer, mely tárolja, rendszerezi a heurisztikus algoritmusokat. A beépítésre került, illetve kerülő módszerek: részecskecsoport módszer (Particle Swarm Optimization PSO), a differenciális evolúció (DE), a baktérium (Bacterial Foraging BFO) és a hangyakolóniák (Ant Colony) táplálkozásán, illetve a szentjánosbogarak fényjelenségein (Firefly) alapuló módszerek. Kifejlesztésre került egy új megközelítés a PSO algoritmus gyorsítására, mely a mintavételi pontokban véges differencia alapú becsléssel határozza meg a gradienst és ezt használja fel a részecskék sebességének megváltoztatására, a módszer nem igényel több mintavételezést, mint az eredeti eljárás és nem függ a rendszer kezdőállapotától. A módszer hatékonysága függ attól, hogy mekkora egymást követő pozitív gradiens szám esetén változtatjuk a részecske sebességét, valamint a sebességet milyen mértékben változtatjuk. Minden célfüggvény esetén más és más beállítások lehetnek hatékonyak. Tesztfeladatokon elvégeztünk összehasonlításokat a módszerek között.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, továbbá az OTKA 75678 számú projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Kennedy, J., Eberhart, R.: *Particle swarm optimization*, IEEE International Conference on Neural Networks, Vol. 4, pp. 1942–1948, 1995.
- [2] Molga, M., Smutnicki, C.: *Test functions for optimization needs*, 2005, <http://www.zsd.ict.pwr.wroc.pl/files/docs/functions.pdf>

Barcsák Csaba, BSc. hallgató, **Marcsák Gábor**, MSc. hallgató, **Dr. Jármái Károly**, DSc, egy. tanár Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Magyarország, Telefon: +36 46 565 111/20-28, altjar@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MŰSZAKI KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS A KOCKÁZATKEZELÉS ÖSSZEFÜGGÉSEI

BERA József, POKORÁDI László

Abstract

The examination of environmental risks and the evaluation of environmental usages are increasingly have some significance beyond the assessment based on the prescription of limiting value. Every time human activity constitutes a complex system, with several unrelated though interrelated influences. The responses and reactions created in the environment show a varying nature. The main characteristic feature of both cases is the different mechanism of influence in time that modifies the connecting points of system and its environment and also the system frontiers. That processes provide everyday tasks at the engineering work and technical environmental protection, furthermore outrange the protection of human environment and also influence the natural resources. Therefore, searching for methods that take into consideration the environmental condition changing in time and risks of developing influences have become the centre of our researches. We would like to use the results obtained in the technical environmental protection.

Key words: technical environmental protection, engineering planning, risk management.

Összefoglalás

A környezeti kockázatok vizsgálata és a környezethasználatok értékelése mindinkább túlmutat a határértékek előírásán alapuló minősítésen. Az emberi tevékenységek minden esetben összetett rendszert alkotnak, számos, egymástól független, de ugyanakkor egymással összefüggésben lévő hatással. A környezetben generált válaszok és reakciók is változó jelleget mutatnak. Mindkét eset fő jellemzője az időben eltérő hatásmechanizmus, ami a rendszer és környezete kapcsolódási pontjait, illetve a rendszerhatárokat is módosítja. Ezek a folyamatok napi feladatot jelentenek a mérnöki munkában és a műszaki környezetvédelemben, az emberi környezet védelmén túl terjednek, és befolyásolják a természeti értékeket is. Ezért vizsgálataink középpontjába került azon módszerek keresése, ami az időben változó környezeti állapot és a kialakuló hatások kockázatait veszi figyelembe, az elért eredményeket a műszaki környezetvédelemben szeretnénk felhasználni.

Kulcsszavak: környezetvédelem, műszaki tervezés, kockázatkezelés.

1. Bevezetés

A környezet védelme túlmutat az ember védelmén, a fogalomkör értelmezését szélesebb vertikumban kell megtennünk [1]. Gondoskodni kell a természeti értékek megóvásáról is, hiszen a humán környezet számára is létszükséglet a természetes környezet kedvező állapotának fenntartása. Ehhez nem elég pusztán olyan intézkedéseket hozni, melyek korlátozást jelentenek, a modern társadalmak a gazdasági érdekeket tekintve nehezen tesznek eleget az ilyen típusú elvárásoknak. Ezért a műszaki környezetvédelem eszközei előtérbe kerülnek, ami feltételezi a környezetvédelmi probléma pontos leírását mért és tervezési adatokkal. Mindez elképzelhetetlen a környezetvédelmi rendszer megismerése és a rendszerbizonytalanság helyes kezelése nélkül.

2. Rendszer és környezet bizonytalanságai

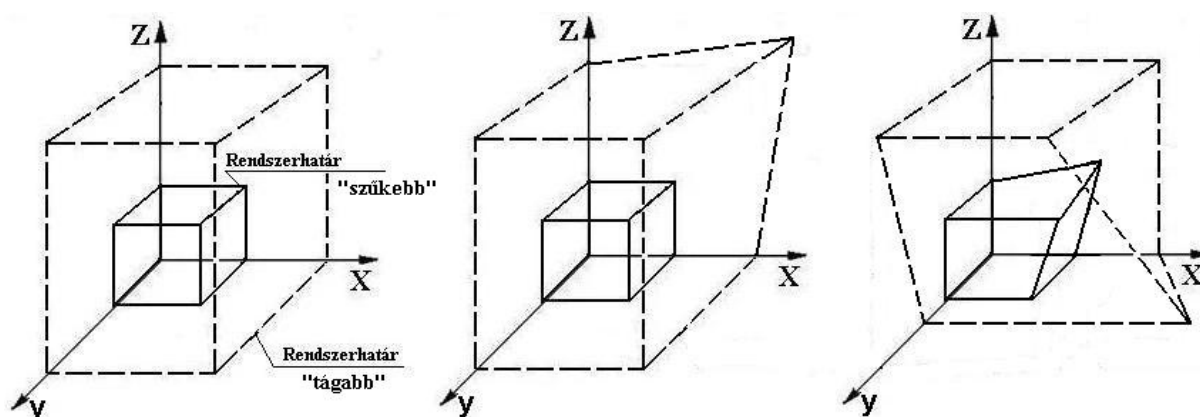
Mikor az emberi tevékenységek sorában építésről vagy egy technológia telepítéséről születik döntés, többnyire a szűkebb és a tágabb környezetben is olyan hatásokat generálunk, melyek a környezet terhelését okozzák, vagy azt kimutathatóan megváltoztatják. Ennek ellenkezőjével is találkozhatunk, amikor egy tevékenység vagy beavatkozás lesz a környezetvédelem hatékony eszköze. A fellépő környezeti hatás – a kibocsátás jellege, minősége és mértéke mellett – tehát függ attól is, hogy a tevékenység vagy azzal kapcsolatos esemény milyen környezetet érint, ott milyen irányú és mértékű változást idéz elő, vagy milyen környezetgerjesztéssel számolhatunk. Konkrét kérdéssel fogalmazzuk meg az eddig leírtakból adódó felvetést: *a környezeti hatás bizonytalansága és a kockázat kezelése eltérő környezeti feltételek mellett milyen műszaki beavatkozást igényel?*

A feltett kérdésre akkor adhatunk megfelelő választ, ha tovább boncolgatjuk a környezeti hatás kérdését, ezen belül a kibocsátások és a környezeti jellemzők közötti kapcsolatot. Vizsgálatunk során nem térünk ki a hatásterület kérdésére, mert egy-egy érintett terület lehatárolásával még nem kapunk megfelelő információt a kialakuló hatás minősítéséhez és a következtetésként szükséges, a valós környezetvédelmet adó műszaki beavatkozáshoz.

Az egyszerűbb, és emiatt jelenleg az elterjedtebb értékelési módszerek eszköze, mikor a rendszer és a rendszerkörnyezet áthatóbb leírása nélkül mondjuk ki, hogy egy-egy tevékenység jelentős környezeti hatással jár. A jelentős környezeti hatás azonban egy olyan összetett és időben változó meghatározás, melynek számos tényezője van, illetve ezeket a tényezőket külön-külön, és együttesen is minősíteni szükséges [2]. Így jutottunk arra a következtetésre, hogy célravezetőbb megoldás, ha egy vizsgálatra a környezetvédelmi rendszer leírásával kerül sor az 1. számú ábrán szemléltetett vázlat alapján.

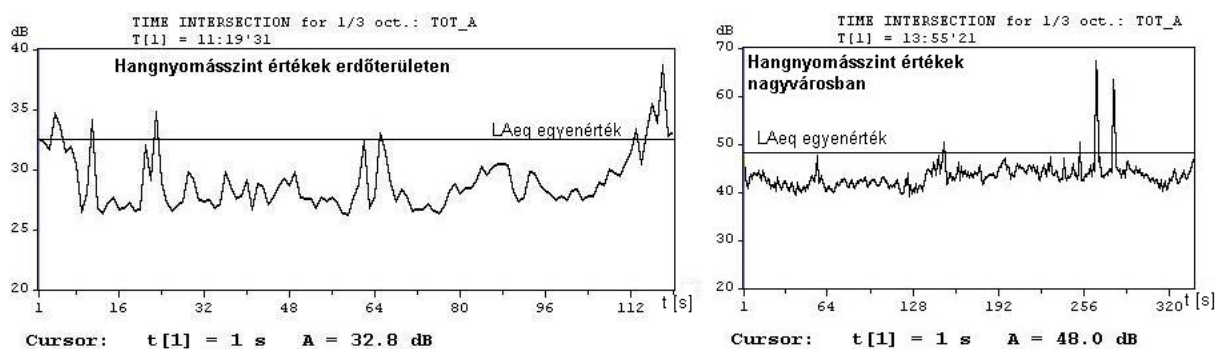
A vizsgálat középpontjába a környezetvédelmi rendszert helyeztük, kijelölve ezzel azokat a sarokpontokat, melyek segítséget adnak a következők áttekintéséhez:

- a rendszer bizonytalansága mennyiben függ a rendszerelemek változásaitól, a kibocsátások időfüggvényétől;
- a környezeti feltételek megváltozása és egy-egy jellemző időfüggvénye milyen hatást gyakorol a rendszerhatárookra és a kibocsátási sarokpontokra, ezzel a rendszer egészére.



1. ábra. Környezetvédelmi rendszer vázlata

Az 1. ábra szemlélteti, hogy a rendszerhatárok kiterjedése iránymenként is eltérő lehet, melyre jellemző az időbeni, akár a rövidebb vagy hosszabb idő alatt lefutó ciklikus változás. Ezt okozhatja már egy olyan egyszerű tény is, amikor növeljük a környezetterhelést okozó források számát, ezzel a hatásidőt és annak mértékét, esetleg azokat a műveleteket, melyek további környezeti hatás forrásai lehetnek. De hasonló eredményre vezet, amikor a környezet állapota változik valamely ok, pl. a beépítettség miatt. Az elsődleges rendszerhatárok változása miatt tehát a környezetvédelmi szempontból leírt rendszer is nagyfokú bizonytalansággal rendelkezik. Egy környezetvédelmi rendszer zajkibocsátási adataira, a zajszintek változására és jellemzőire mutat példát a 2. számú ábra.



2. ábra. Környezetvédelmi rendszer lehetséges zajszint adatai (Szerzők mérése alapján)

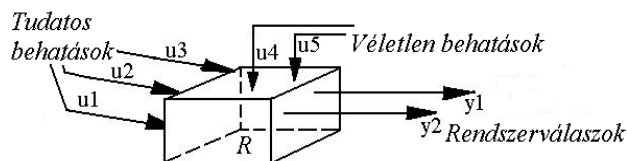
3. Környezetvédelmi bizonytalanság és kockázat

A műszaki környezetvédelem, mint pl. zajcsökkentés, levegőterhelés csökkentése kibocsátási oldalon szűrők beépítésével, egy korszerűbb berendezés telepítésével, vagy egy szénhidrogén leválasztó alkalmazása minden esetben a feladat pontos meghatározását igényli, legyen szó tervezésről, utólagos beavatkozásról, vagy szennyezés mentesítésről.

Számos, környezetvédelmi szempontból beavatkozást igénylő eset áttekintésével jutottunk arra a következtetésre, hogy a beavatkozás sikerét, illetve ennek nyomán a kedvező környezeti állapotot és hosszú távon való fenntartását gátolja a környezetvédelmi rendszerben fennálló bizonytalanság. Több esetben ez a rendszerbizonytalanság az érintett területen kockázati tényezőt is jelentett. Tehát a környezetvédelmi rendszerrel a változások prognosztizálása is elengedhetetlen feltétele a műszaki beavatkozásnak, ezen belül az alapállapot, esetleg a háttérszennyezés ismerete is jelentőséggel bír.

A rendszer bizonytalanságából eredő kockázatok kezeléséhez – túlmutatva a határértékek és az átlag értékek alkalmazásán –, a „szűkebb” és „tágabb” rendszerhatárokat, valamint a bekövetkező változások lehetséges számát és az időbeli lefolyásukat is figyelembe kell venni. Ugyanis soha nem beszélhetünk állandósult rendszerállapotról, valamely kibocsátási tényező mindig módosul. Ezek a változások a környezetben bekövetkező módosulások következményei is lehetnek, ami kihatással van a rendszerhatárookra. Látható, hogy olyan összetett problémára találtunk, melynél a hagyományos vizsgálati eljárások nem adnak lehetőséget minden esetben az ilyen típusú helyzetek kezelésére.

Ráadásul a rendszerbizonytalanság mellett minden esetben többváltozós rendszert kell kezelnünk, melynek általános vázlatát a 3. ábrán szemléltetjük.



3. ábra. Többváltozós rendszer vázlat a környezetvédelmi vizsgálatoknál

Egy megfelelő környezeti állapot elérése érdekében kitűzött célérték a környezetvédelmi rendszerünk valamely sarokpontjánál olyan követelményérték is lehet, amit átlagértékek, vagy egyenértékek figyelembevételével állapítunk meg. De ekkor problémaként merül fel, hogy a tényleges terhelési adatok ettől eltérőek, időben változó értékkel bírnak, ahogy az a 2. számú ábrán példaként bemutatott zajszint-idő függvény alapján is látható. Számos tényező van, ami befolyásolja ezeket az eltéréseket, vagy a legnagyobb és legkisebb értékek kialakulását, melyek mind a forrásra, mind a környezet jellemzőire visszavezethetőek. A környezetvédelmi rendszer és környezete szempontjából tehát az lehet célravezető megoldás, ha a határértékekkel való összehasonlítás mellett az eredeti célértéktől való eltérés valószínűségét is vizsgáljuk egy-egy környezeti hatás esetében.

4. Következtetések

A környezeti hatások értékelésénél bármilyen pontosan írjuk le a környezetvédelmi rendszerünket, a rendszerelemek és a környezet jellemzői miatt folyamatosan változó rendszerhatárokról beszélhetünk, melyeknél nagyfokú és változó bizonytalansággal számolhatunk. Ezért a megfelelő környezeti állapot biztosítása érdekében olyan további rendszerjellemzők alkalmazása szükséges, melyek alkalmasak a változások becslésére és prognosztizálására, valamint a bizonytalanság leírására. Megoldást jelent – ami további kutatási feladatunk célkitűzése –, hogy az átlagértékekhez rendelt követelményszinteket a bizonytalan rendszer bemeneti tényezőihez rendelt valószínűség-eloszlások alapján véletlenszerűen kiválasztott értékekkel írjuk le, így adjuk meg a környezetvédelmi rendszer lehetséges válaszainak valószínűségi jellemzőit.

Irodalom

- [1] Bera, J., Pokorádi, L.: *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Campus Kiadó, Debrecen, 2010. 192. oldal.
- [2] J. Bera, L. Pokorádi: *Environmental Risk Management of Air-Transport*, Acta Technica Jaurinensis, Győr, 2012., 245-252. oldal.

Bera József környezetvédelmi szakértő
Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi,
Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség
Magyarország, 1447 Budapest, Pf: 541.
+36 30 3039959
bera@kdvktvf.kvvm.hu; berajo@kabelnet.hu

Pokorádi László, a műszaki tudomány kandidátusa
Debreceni Egyetem
Magyarország, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
+36 30 9194929
pokoradi.laszlo@prosysmod.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BEVONATOLT GYORSACÉLOK KOPÁSÁLLÓSÁGA

BITAY Enikő

Abstract

Of machine parts and tools – more specifically, their material – wear resistance and service life of the design knowledge is very important in industrial practice. The ball crater wear equipment suitable for the comparative wear tests, this can be set up in different materials – the same conditions – sorted by wear. The TiN-coated specimen studies evaluating the wear factor is used, which is reciprocal value abrasion and wear of the worn volume of space derived from the same experimental parameters, and road. The tests also confirmed that the hardness – which generally correlates well with the wear resistance – clearly not be regarded as measuring the number of wear resistance, hardness, because the sequence is often not the same as the sequence abrasion resistance.

Keywords:

wear, wear coefficient, coating, surface treatment, microhardness

Összefoglalás

A gépalkatrészek és a szerszámok – pontosabban anyaguk – kopásállóságának ismerete és élettartamának tervezése igen fontos az ipari gyakorlatban. A golyós kráterkoptató berendezés alkalmas összehasonlító koptató vizsgálatok elvégzésére, ezáltal felállítható különböző anyagok – azonos körülmények közötti – kopásállósági sorrendje. A TiN-bevonatú próbatesteken végzett vizsgálatok értékelése során alkalmazható a kopási tényező, ami a kopásállóság reciprokértéke, és a kikoptott térfogataból származtatható azonos kopási út és kísérleti paraméterek mellett. A vizsgálatok is alátámasztják, hogy a keménység – mely általában jól korrelál a kopásállósággal – egyértelműen nem tekinthető a kopásállóság mérőszámának, mert a keménységi sorrend gyakran nem egyezik meg a kopásállósági sorrenddel.

Kulcsszavak:

kopás, kopási tényező, bevonat, felületkezelés, mikrokeménység

1. Bevezetés

A kopás jelensége összetett jelenség, mely modellezése laboratóriumi körülmények között igen körülményes, mert nemcsak a súrlódásból keletkező kopás, de a folyamat közben esetlegesen fellépő kémiai reakciók, felületi érdességdurvulás, valamint a keletkező hő és az ebből adódó anyagszerkezeti változások is bonyolultabbá tehetik a folyamatot. A felületek különböző technológiákkal történő keményítése, bevonatolása növeli az alkatrészek kopásállóságát [1]. Amennyiben a felületi réteg több különböző vékonyságú rétegből áll, a koptatóvizsgálat során a kopás kinetikájának változását tapasztalhatjuk. A duplex felületkezelési eljárások már igen elterjedtek, ami azt jelenti, hogy az alkatrész felületén több rétegből álló, mind hőkezeltség, mind kémiai összetétel szempontjából eltérő anyagminőséget találunk [2].

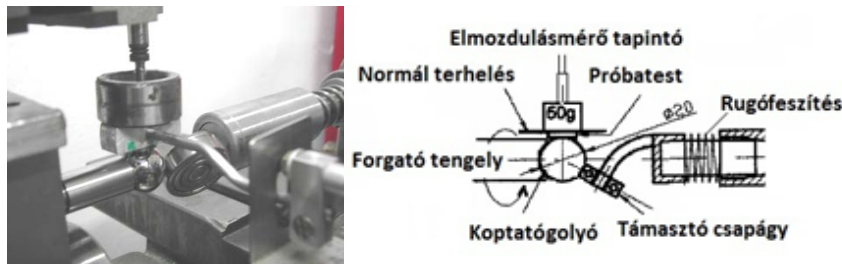
A kopásállóság elemzése és különböző darabok esetén kísérleti összehasonlító vizsgálata során a vizsgálati paramétereket célszerű állandó értéken tartani, és ezek között az alkalmazott berendezés is fontos tényező. Kísérleteimhez az Óbudai Egyetemen fejlesztett berendezést használtam [3].

A munkadarab felületén található PVD-bevonat igen vékony, ezért ennek a keménységét csak mikrokeménység-méréssel lehet meghatározni [4]. A felület és a darab anyagminőségének eltérése miatt a kopás kinetikája, a koptatógolyó behatolásának sebessége megváltozik, amint a felületi bevonatot átkoptatta [5].

2 Kísérleti elrendezés

2.1. Golyós koptatóberendezés

A koptatást az **1. ábra** szerinti koptatóberendezéssel végeztük, mellyel a kopást egy 20 mm átmérőjű edzett acél golyó és a koptatott sík/felület közötti súrlódás okozza. A próbatetek a golyó felett helyezkednek el egy rugós erőkarra függesztve, ugyanezen karon keresztül még egy állandó normál irányú terhelés is adható. A golyó a kopási folyamat során egy gömbsüveg alakú krátert mélyít a próbatestben, vagyis a golyó „behatol” a felületbe. A gömbsüveg egyre növekvő mélysége a koptatóvizsgálat során folyamatosan regisztrálható a Windaq adatgyűjtő program segítségével [3].



1. ábra. Golyós koptatóberendezés [3]

2.2. Kiértékelés módszere

Mivel a különböző próbatetek esetén eltérő kopási kinetika figyelhető meg a felvett idő–kopási mélység függvényében, szükséges egy olyan összefüggés felírása, mely az eltérő esetek esetén is alkalmazható a kopási tényező meghatározására. A kopási folyamat előrehaladásának matematikai leírásához az esetek zömében az Archard-féle egyenletet [5] alkalmazzák, amelynek általános alakja:

$$V = K \cdot N_C \cdot S. \quad (1)$$

Az (1) egyenletben V a kopási térfogat (m^3), S az ún. kopási úthossz, (m), N_C a koptatott felületre merőleges erőkomponens (normálerő) nagysága (0,86 N), K pozitív konstans, az ún. kopási tényező (m^3/Nm). A golyós készülékkel létrehozott kráteres kopási folyamat során képződő h mélységű gömbsüveg határolta gömbszelet V térfogata a kopási térfogattal azonos. Feltételezve, hogy golyós kopási folyamatok leírására az Archard-egyenlet alkalmas, felírható:

$$K = \frac{V}{N_c \cdot S} \quad (2)$$

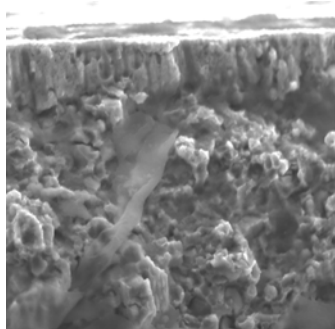
A térfogatot a h kopásmélységből kifejezve és behelyettesítve, ahol n a fordulatszám (1481 (1/perc)), ahol t a kísérleti idő (2,5 perc):

$$K = \frac{h^2}{2 \cdot N_c \cdot n \cdot t} \quad (3)$$

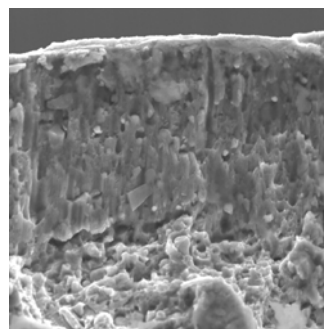
3 Kísérletek

3.1. Vizsgált próbatestek

HS 6-5-2 (anyagszám: 1.3343) szerszámacélok, melyek felülete PVD eljárással, TiN-réteggel bevonatolt. A szerszámacél bevonatolás előtti hőkezelése: 1180 °C-ról edzés, majd megeresztés 540, 500, 600 és 560 °C-on. Az így kapott keménység: 58 HRC. A **B** jelű próbatest bevonatolása 400 °C-on 60 percig, míg a **C** jelűé 400 °C-on 120 percig tartott. Az **A** jelű próbatest a bevonat nélküli, referenciának tekintett szerszámacél.



2. ábra. **B** jelű próbatest törete
SEM 2000x 25 kV [4]



3. ábra. **C** jelű próbatest törete
SEM 2000x 25 kV [4]

A **B** és **C** jelű próbatestek töretén végzett SEM-vizsgálatok felvételein (2. és 3. ábra) jól látható, hogy a **B** jelű próbatest bevonata jóval vékonyabb, mint a **C** jelű próbatesté, emellett látható mindkét bevonat szerkezete is.

3.2. Vizsgálati eredmények

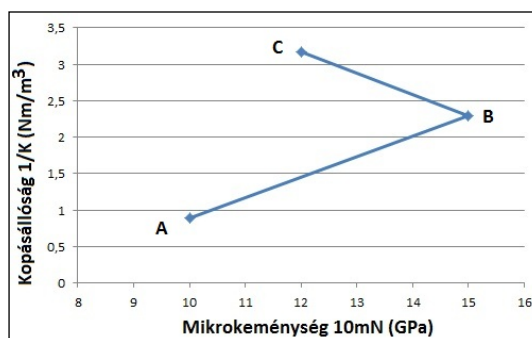
A mikrokeménység-méréshez alkalmazott berendezés egy kalibrált Hysitron Triboindenter 2D transducer és egy Berkovich-indenter, maximális terhelés 10 mN.

A 2.1. szerint végzett koptatóvizsgálatok eredményeit, valamint a keménységértékeket az 1. táblázat foglalja össze. Feltételeztük, hogy a bevonat homogén szerkezetű, vagyis a koptatás során a kopási tényező állandó. A három próbatest közül a legkisebb keménységet a bevonat nélküli darab mutatta, míg a másik két bevonatos próbatestnél igen jelentős különbséget tapasztaltunk. Annak ellenére, hogy a **B** jelű próbatest bevonati rétege jóval vékonyabb a **C** jelűnél, a keménysége mégis nagyobb. Megjegyzendő, hogy az indenter maximális behatolási mélysége nem haladta meg a 0,1 μm értéket. A

keményiség és kopásállóság kapcsolatát a **4. ábra** mutatja, melyben a kopásállóságot a kopási tényező reciprokaként értelmezzük, tehát a legkisebb kopási tényezőjű próbatetest kopásállósága a legnagyobb.

1. táblázat. A kikopott kráter, a kopási tényező valamint a mikrokeménység értékei különböző próbatestek esetében

Próbatest jele	h kikopott kráter mélysége [m]	K kopási tényező [m ³ /Nm]	Mikrokeménység 10mN terhelés [GPa]
A	8,47*10 ⁻⁸	1,126*10 ⁻¹⁸	10
B	5,28*10 ⁻⁸	0,437*10 ⁻¹⁸	15
C	4,49*10 ⁻⁸	0,316*10 ⁻¹⁸	12



4. ábra. A próbatestek kopásállósága a keménység függvényében

Összefoglalás

Az eredmény a rétegvastagságok és a rétegek szerkezetének különbségéből következik, mely az eltérő bevonatolási technológiák következménye. A mérési eredményekből megállapítható, hogy a kopási folyamat szempontjából a bevonatolt munkadarabok esetében nem elegendő a felületi réteg keménységének ismerete, de igen fontos a bevonat szerkezetének valamint vastagságának ellenőrzése is. A levont következtetések irányadóak lehetnek a PVD bevonatolási technológia paramétereinek beállításához.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét az Óbudai Egyetem Bánki Donát Karán dolgozó Anyag és Alakítástechnológiai Szakcsoport munkatársainak, hogy lehetővé tették a kísérletek elvégzését, és a kutatást támogatták, valamint Nagy Péter tudományos főmunkatársnak (MTA, KKK) a mikrokeménység mérésért.

Irodalom

- [1] Gy. Bagyinszki: *Wear Resistance Characterization of Surface Treatment Layers*, Eurotrib'93 - 6th International Congress on Tribology, Budapest, Hungary, August 30 – September 2, Volume 3., 1993. 350–353.
- [2] Bagyinszki Gy. – Kovács T. – Kálazi Z. – T. Bell: *Acélok duplex felületkezelése*. Gép LII. évfolyam, 2001/9. szám, 16–22.
- [3] Kovács T., Horváth L., Réti T.: *Kopási károsodási folyamatok modellezése*. Műszaki Tudományos füzetek FMTÜ VII. Kolozsvár, 2002. 87–91.
- [4] Kovács T., Pinke P.: *Mikrokeménység mérés vékony felületi rétegben*. Műszaki Tudományos füzetek FMTÜ XVII. Kolozsvár, 2012. 215–218.
- [5] Réti T., Kovács T.: *A Phenomenological Method for the Prediction of Damage Accumulation Processes under Varying External Conditions*. Material Science Forum Trans. Tech. Publications, Switzerland Vols.414–415. 2003. 317–322.

Bitay Enikő, egyetemi docens, Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Műszaki és Humántudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék,
540485 Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1. C,
E-mail: ebitay@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MARTIN LAJOS A FELTALÁLÓ MÉRNÖK ÉS LEBEGŐKEREKE

BITAY Enikő, MÁTÉ Márton

Abstract

In the heroic era of flight a lot of ideas appeared that nowadays are almost completely forgotten. The present paper tries to synthesize the main point of life, and labor of the professor, engineer and inventor Lajos Martin, former professor of mathematics at the University of Cluj. His main realization in the domain of aeronautics, the flying wheel designees him the pioneer of Hungarian flight.

Keywords:

Lajos Martin, aeronautics, pioneer, flying wheel.

Összefoglalás

A repülés hőskorában számos olyan ötlet látott napvilágot, amelyek mára csaknem feledésbe merültek. Jelen dolgozat a Kolozsvári Tudományegyetem néhai mennyiségtan-professzorának, a feltaláló, és mérnök, Martin Lajosnak életpályáját, oktatói és feltalálói munkásságát próbálja összefoglalni, különös hangsúllyal a lebegőkerekre, amellyel a magyar repülés úttörője lett.

Kulcsszavak:

Martin Lajos, repülés, úttörő, lebegőkerek

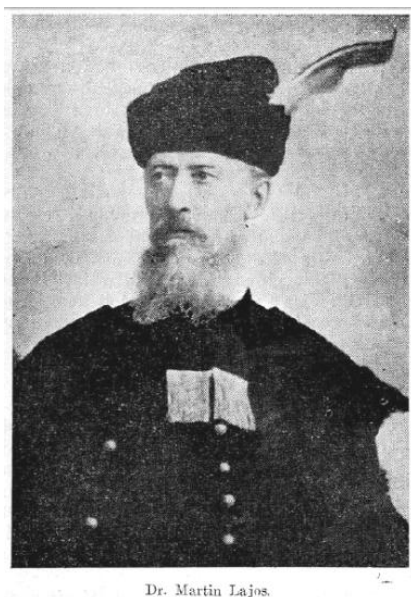
1. Bevezetés

Az EME Műszaki Tudományok Szakosztálya tudomány- és technikatörténeti kutatásainak fókuszában az utóbbi években *A tudós nagyjaink* című projekt áll. A reáltudományokban maradandót alkotó erdélyi tudósokra tekintünk vissza, kiknek kettős céllal elemezzük és emeljük ki munkásságát: feleleveníteni kívánjuk s elismerni elődeink tevékenységét, nagy jelentőségű munkáik eredményeit, ösztönző példaképet állítani fiataljainknak, hogy bátran vállalják szakterületeiken a kutatás kihívásait. Jelen írásunkban röviden áttekintjük Martin Lajos feltaláló mérnök (**1. ábra**) életét és munkásságát, s ugyanakkor bemutatjuk mai mérnöki szemmel a lebegőkerekét (**2. ábra**) is.

2. Martin Lajos élete és munkássága [1–2]

Martin Lajos 1827. augusztus 30-án született Budán, a tizenkét gyermekes család hetedik gyermekeként. Egyetemi évei alatt nagy érdeklődést mutatott a különböző szakterületek iránt, két évet tanult a budapesti tudományegyetemen bölcsészeti szakon, két évet a műegyetemen, mérnöki szakon, majd a 1848-as szabadságharc kitörésekor félbeszakította tanulmányait, s önként jelentkezett a honvédséghez, fegyvert fogva a szabadság eszméjéért. A világosi fegyverletétel után egy ideig bujdosott a megtorló hatalom bosszúja elől. 1849-ben elfogták, s besorozták közlegénynek az osztrák hadseregbe. 1849–

1851 között Nápolyban, az utász-katonaiskolában iskolaszolga volt, de felettesei hamarosan felismerik matematikai tehetségét, mivel a növendékek számára kedvtelésből matematikát tanít.



Dr. Martin Lajos.

1. ábra. Martin Lajos portré [1, 353]



2. ábra. Martin Lajos lebegőkereke

Hadmérnöki akadémiára küldik. Hadnaggyá avatása után Kremsbe kerül, ahol a műszaki tanszázad tanárává nevezik ki. Ekkor jelenik meg első munkája a hajócsavarról. Hadászati célú forgó röppentyűje elnyerte a magas osztrák vezérkar tetszését, így megbízást kapott kormányozható léghajó szerkesztésére. Ezt nem vállalta el, mert a repülés jövőjét a dinamikus repülésben látta. 1859-ben kilépett a hadseregből. 1859–1861 között Budapesten magánmérnökként dolgozott. Egy középítkezési pályázatra benyújtott, kiváló műszaki tervére a városi tanács felfigyelt, és 1861-ben városi főmérnökké választották. Tudományos munkássága elismeréseként 1861. november 27-én a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választotta. Székfoglaló értekezését 1862-ben tartotta meg *Madárszárny erőzete* címmel. A tudós, feltaláló matematikus-mérnök fontosnak tartja az oktatást, mint ahogyan az élete további szakaszában is ez meghatározó volt számára. 1863-ban Körmöcbányán reáliskolai tanár, majd 1864–1868 között a pozsonyi reáliskolában és a Róm. Kat. Főgimnáziumban volt tanár. Oktatási feladatai mellett felkérésre (a közoktatásügyi miniszter megbízásából) megírja a magyar nyelvű mennyiségtan-, mértan- és ábrázoló mértan-tankönyveket. 1872-ben kapta meg professzori kinevezését a kolozsvári M. Kir. Ferenc József Tudományegyetemre a felsőbb mennyiségtan tanszékére. 1895-ben, rektori székfoglaló beszédében a repülést jelölte meg a tudomány legfontosabb feladatául.

A repüléssel életének utolsó évtizedében kezdett behatóbban foglalkozni. 1888-ban az Erdélyi Múzeum-Egyletben tartott előadásában közölte terveit [3]. 1897. március 4-én hunyt el, elszegényedve. Minden anyagi javát s energiáját a repülésbe fektette, ez volt életének célja. A Házsongárdi evangélikus temető díszsírhelye őrzi emlékét.

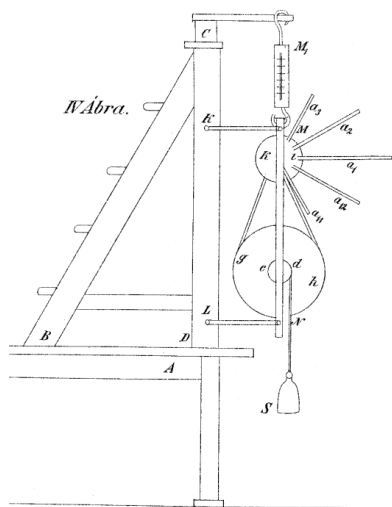
3. Martin Lajos, a feltaláló mérnök

Nevét ma már alig ismerik, pedig Martin Lajos volt az, aki itthon, hazai földön, a dinamikus repülés kikísérletezésének úttörője volt. Mindenkitől függetlenül jött rá a csűrőkormány-felületek alkalmazására. Elméleti vizsgálatait gyakorlati kísérletekkel is alátámasztotta. Első csapkodó szárnyú repülőgépmodelljét 1871–1875 között készítette. Eredményeivel nem volt megelégedve, a modell működését nem találta kielégítőnek. A merev csapkodó szárnyakat új elgondolással és számításokkal folytonos körmozgást végző lapátkerékre változtatta. 1893. július elején ötletesen, egyszerű megoldással készítette el lebegő kerekének első modelljét (**3. ábra**). Martin Lajos Kolozsvárt, az Erdélyi Múzeum-Egylet 1893. októberi ülésén mutatta be először a „lebegőkerek” mintáját, majd Budapesten, a Tudományos Akadémián és a Magyar Mérnök- és Építész-Egyletben is. A lebegőkerek-modell méreteit, számításait és leírását az EME kiadványában közölte magyarul és németül [4–5].

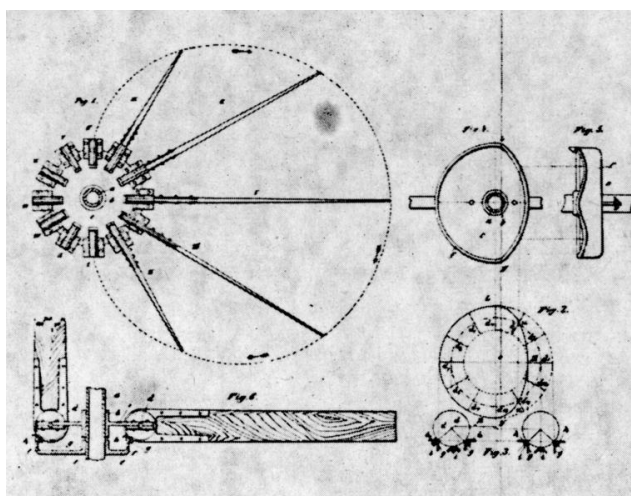
A lebegőkerek ötletéhez, megszerkesztéséhez a madárrepülés mechanikájának tanulmányozása során jutott el. Meggyőződése volt, hogy az ember csak akkor repülhet, ha a természetben található mintákra épít. Ez az utánzási mód sajátos volt, hiszen Martin másokkal ellentétben csak arra összpontosított, hogy a madár repülés közben szárnyával le-fel csapkod. Megfigyelései alapján mechanikai modellt készített, melyet számításokkal támasztott alá, hogy a levegőben való lebegés törvényszerűségét megfejtse [2].

Martin nagyra értékelte Lilienthal *Der Vogelflug als Grundlage des Menschenfluges* című munkáját. Egyes tételeket illetően levélbeli vitába bocsátkozott vele. Saját módszerével végzett számításaival ellenőrizte Lilienthal számításait, és helyesbítette azokat [2. 6.].

A „lebegőkereket” 1893. augusztus 28-án szabadalmaztatta (**4. ábra**) a kolozsvári technikai bizottságnál (a Monarchiában „Schweberad”, Franciaországban „Roue volante” név alatt jegyezték be), megelőzve a bécsi Wellnert, aki hasonló repülő készüléket szerkesztett. Wellner az elsőbbségért alaptalanul támadta meg, hiszen a szerkesztésnek egészen más kiindulópontja volt. Martin a támadásra válaszképpen kiadta 1894-ben *A lebegő kerek a Wellner-félével összehasonlítva* című munkáját [2, 7]. A lebegőkereket 1894. március 31-én a 81.303-as számú szabadalmat kapta Németországban.



3. ábra. A lebegő kerek rajza [4]



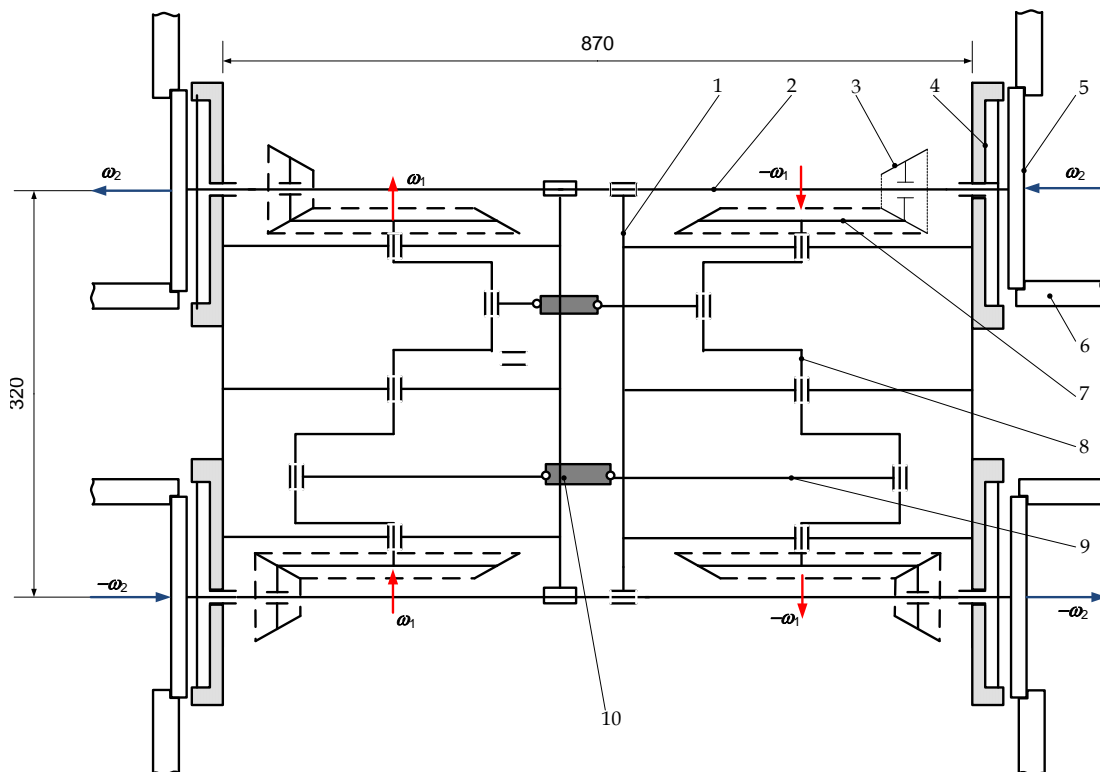
4. ábra. A lebegő kerek szabadalmi rajza [8]

A lebegőkerék építésére 500 Ft támogatást kapott, s 1896. augusztus 30-án az elkészült gépet ki is próbálták a kolozsvári egyetem kertjében. Egyes szemtanúk állítása szerint a géppel Bartha Gergely kolozsvári tűzoltóparancsnok 2–3 m magasra emelkedett [1]. Ugyanabban az évben egy berlini cég 43 000 forintért akarta megvásárolni a találmányt, de Martin visszautasította az ajánlatot, mert hazáját akarta vele szolgálni. Halála után további német és angol érdekltségű ajánlatokra a családja sem adta át a találmányt. A lebegőkeréket és a hozzá tartozó dokumentációt gyermekei 1913. augusztus 31-én – szüleik ötvenéves házassági évfordulóján – megőrzésre beadták az Erdélyi Múzeum-Egyesület régiségtárába. „Annak az egyesületnek a múzeumába, melyben apjuk a repülés megvalósításának érdekében végzett munkásságának legnagyobb részét végezte, melynek folyóirataiban jelent meg legtöbb tudományos értekezése a repülésről és népszerű írásai is és amely egyesületben sok előadást is tartott a repülésről.” [1, 359.].

A repülőszerkezet ma az Erdélyi Nemzeti Történelmi Múzeumban, Kolozsvárt látható.

4. A lebegőkerék és működésének elve

A lebegőkerék kinematikai vázlatát az **5. ábrán** látható. Az 1-es váz egy alsó és egy felső téglalap alakú csőkeret, amelyeket a végein négy, sarkas L idom szakasz határol. Az alsó és a felső keret csöveit a hosszú oldalon három-három acél távtartó tájolja, melyekbe a 2-es tengelyek középső, hosszú, cső alakú csapágyai vannak illesztve. A 2-es tengelyek így három-három csapágyon állnak. A 2-es tengelyre retesszel és csavarbiztosítással vannak rászelve a 3-as kúpkerékek, amelyek a forgómozgást a 7-es nagy kúpkerékről veszik le. A 7-es kúpkerékek a 8-as főtengelekre vannak szerelve, retesszel és csavarral, akár a kis kúpkerékek a 2-es tengelyre.



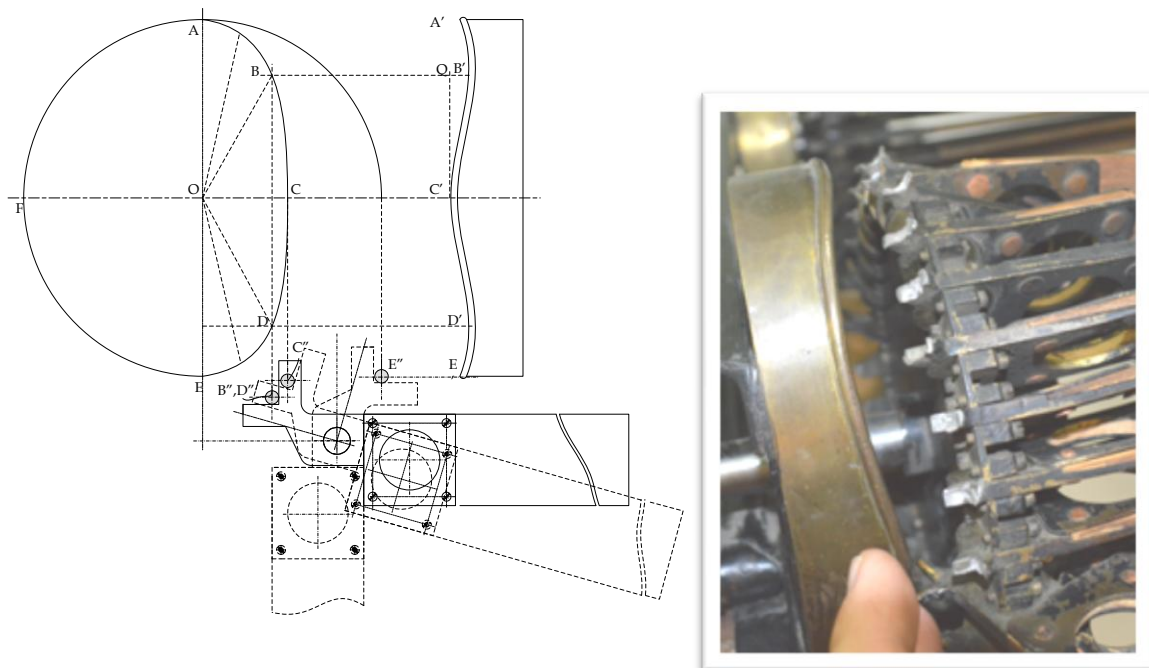
5. ábra. A lebegőkerék kinematikai rajza

Mindkét főtengely 3-3 csapágyon illeszkedik. A főtengelyek 2-2 hajtószegmenséhez 2-2 tolórúd csatlakozik, melyek páronként, hengeres csuklóval a 10-es fapedálokhoz vannak erősítve. A 2-es főtengelyek mindkét végén található az 5-ös lapáttörzsek, melyekbe egyenként 30 lapát csuklósan illeszkedik. A lapátok hengeres csukló 90°-os fordulat megtételét engedélyezik. A rögzítőkeret sarkos L profiljaira, közvetlenül a lapáttörzs mögé vannak szerelve a lapáttartást vezérlő 4-es bütykök.

A szerkezet működésekor a 2-es tengelyek az $\omega_2, -\omega_2$ szögsebességvektorok szerint forgatják a lapátkerekeket. A 10-es pedálok alternatív taposása a főtengelyeket $\omega_1, -\omega_1$ szögsebességekkel forgatja, melyek értéke a készüléket működtető személy fizikai erejétől függ. A 2-es tengelyek, a fogszámok arányának megfelelően 132/50-szer gyorsabban pörögnek. E pörgés közben a vezérbütykök a lapátokat bonyolult mozgásra kényszerítik, amelyet a **6. ábra** segítségével elemzünk. A főnézetben a lapátot három jellegzetes helyzetében tüntettük fel. Az elfordulás a hengeres csukló körül történik. Megfigyelhető, hogy a lapát, csuklóztatási pontján túl, egy kettős tapintóelemben végződik. E tapintóelem aktív részei egymásra merőleges hengeres csapok, melyek mindig érintkezésben vannak a vezérbütyökkel.

A vezérbütyök profilját a felső nézetben és oldalnézetben ábrázoltuk (**6. ábra**). Az $ABCDEF$ zárt görbe a bütyök vezérvonalának forgástengelyre merőleges vetülete. Az oldalnézetből észrevehető, hogy ezen pontok különböző távolságokra találhatók a vezérbütyök alapsíkjától. Ezáltal az evezőmozgás is megvalósul.

A lapát forgásának külső körén, vagyis a felülről lefelé való csapás szakaszán, ami a bütykön az BCD szakasz, a lapát nyitva áll, viszont a belső körön, vagyis az emelkedés pillanatában, csukva van, hogy a légellenállás minél kisebb legyen: ez a bütykön a pihenőszakasz, vagyis az EFA körív. Az A pontban a lapát iránya a forgástengellyel kvázi-párhuzamos. Ebben a helyzetben a tapintó lapátirányú szára kapcsolódik a bütyök vezetőfelületével, mégpedig belülről.



6. ábra. A szárnycsapásos repülés kinematikájának részleges geometriai összefüggései

Ahogy a lapát lefelé mozog, a bütök vezetőfelülete egyre közelebb kerül a központhoz, nyomja a tapintót, aminek hatására a lapát a csuklója körül elfordul, és a B pontban már teljesen kinyílik.

Ekkor már a tapintó merőleges szára kapcsolódik a bütök vezérfelületével, mégpedig kívülről! A vezérfelület sugara B -ről C -re tovább nyomja a merőleges szárát, minek következtében, a C pontban a tapintó mindkét felülete érintkezésben van. A CD szakasz a BC -vel szimmetrikus, ellenben ez a szárnymozgás lezáró szakasza. A DE szakaszon ismét gyorsan növekedik a bütök sugara, tehát a merőleges tapintószárát kinyomja, így a lapát ismét párhuzamos lesz a tengellyel, és kezdődhet a forgómozgás felfelé irányuló szakasza.

5. Összefoglalás, következtetések

Az elgondolás mechanikai szempontból fölöttébb összetett, igen elvont és bonyolult geometriai szemléletet igazol. A térbeli bütök gyakorlati egyszerűsége és fölöttébb bonyolult mozgáshatása arra enged következtetni, hogy a mai műszaki világban is helye van a bütökös mechanizmusoknak, annak ellenére, hogy a vezérelt tengelyek ezeket a szerszámgépek nagy részéből teljességgel kiszorították; azokon a helyeken, ahol a sajátos körülmények miatt az elektronikus eszközök működése kompromittált, a bütökös mechanizmus biztonságosan létrehozza a rá kirótt mozgástörvényt.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az Erdélyi Múzeum-Egyesület *Tudomány- és könyvtártörténeti kutatások* című, HTMT 210/2012-es kutatási projekt támogatásával készült. A szerzők ezúton fejezi ki köszönetüket az Erdélyi Nemzeti Történeti Múzeumnak a kutatáshoz szükséges fotók elkészítéséhez nyújtott támogatásukért (M 2766, copyright MNIT Cluj).

6. Irodalom

- [1] Tulogdy János: *Martin Lajos élete és munkássága*. Erdélyi Múzeum, Új folyam 12. 46. kötet, 3/4. füzet, Kolozsvár, 1941. 351–365; portré: 353. old.
- [2] Szakács József – Bitay Enikő: *A műszaki kutatások és fejlesztések kialakulása Erdélyben, a Bánságban és a Partiumban (a kezdettől a XX. századig). A Magyar Tudomány Napja Erdélyben 2005. évi fórumán elhangzott előadások*. EME, Kolozsvár, 2006. 142–144. <http://eda.eme.ro/handle/10598/15469>
- [3] Martin Lajos: *A madárrepülés általános elmélete. (1. közlemény)* Orvostudományi értesítő, Természettudományi Szak, 13. évf. 10. köt. (1888.) 2. füzet, 145–160. <http://hdl.handle.net/10598/6943>
- [4] Martin Lajos: *A lebegő kerék bemutatása*. Orvostudományi értesítő, 18. évf., 15. köt. (1893.) 3. füzet, 231–238; V. tábla <http://hdl.handle.net/10598/7122>
- [5] Martin Lajos: *Vorzeigung des Schweberades*. Orvostudományi értesítő, 18. évf., 15. köt. (1893.) 3. füzet <http://hdl.handle.net/10598/7125>
- [6] Mészáros Vince – Nicolae Cordoş : *Lilienthal-levelek Martin Lajoshoz*. Korunk, 1973. 5. sz. 790–794. http://korunk.org/letoltlapok/zh_Korunk1973majus.pdf
- [7] Martin Lajos: *A lebegő kerék a Wellner-félelvel összehasonlítva*. Orvostudományi értesítő, 19. évf., 16. köt. (1894.) 2. füzet, 189–196. <http://hdl.handle.net/10598/7137>
- [8] Mészáros Vince: *Martin Lajos, a repülés magyar úttörője*. A Közlekedési Múzeum Füzetei 5. Közlekedési Múzeum, Budapest, 1976. 39. old.

Bitay Enikő, egyetemi docens, **Máté Márton**, egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 540485 Románia, Marosvásárhely (Korunka), Segesvári út 1. C.

E-mail: ebitay@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FOTOBIOREAKTORBAN TERMESZTETT MIKROALGÁK FELDOLGOZÁSA

BOCSI Róbert, HORVÁTH Géza, HANÁK László, HODAI Zoltán

Abstract

Nowadays production of fuel blending biocomponents is major challenge. Microalgae can produce these components. These organisms harnessing energy from sunlight and using simple molecules are capable of reproduction. They can also synthesize many valuable compounds. In photobioreactors of Department of Chemical Engineering Science in University of Pannonia we grow such algae cultures which can accumulate remarkable amount of lipides in their cells. We made laboratory and outdoor tests to find mutual effects of several parameters influencing the quality of the extract. In this paper we give an overview of the planning and operation guidelines connected to algae processing.

Key words:

Microalgae, biodiesel, lipides

Összefoglalás

Az üzemanyagok biokomponenseinek előállítása napjaink egyik jelentős kihívása. A mikroalgákból ezek az anyagok mind előállíthatók. Ezek az élőlények heterotróf életciklusuk alatt a napfény energiáját hasznosítva, egyszerű molekulákat felhasználva képesek a reprodukcióra. Életfolyamataik során számos értékes vegyület szintézisére képesek. A Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén zárt fotobioreaktorainkban olyan algakultúrákat termesztünk, amelyek lipidek felhalmozására képesek. Számos termesztési kísérletet végeztünk laboratóriumban és természetes környezetben egyaránt. Jelen cikkben a szakirodalmi adatok és a Veszprémben folytatott vizsgálatok alapján áttekintést nyújtunk az algafeldolgozással kapcsolatos tervezési és üzemeltetési irányelveinkről.

Kulcsszavak:

Mikroalga, biodízel, lipid

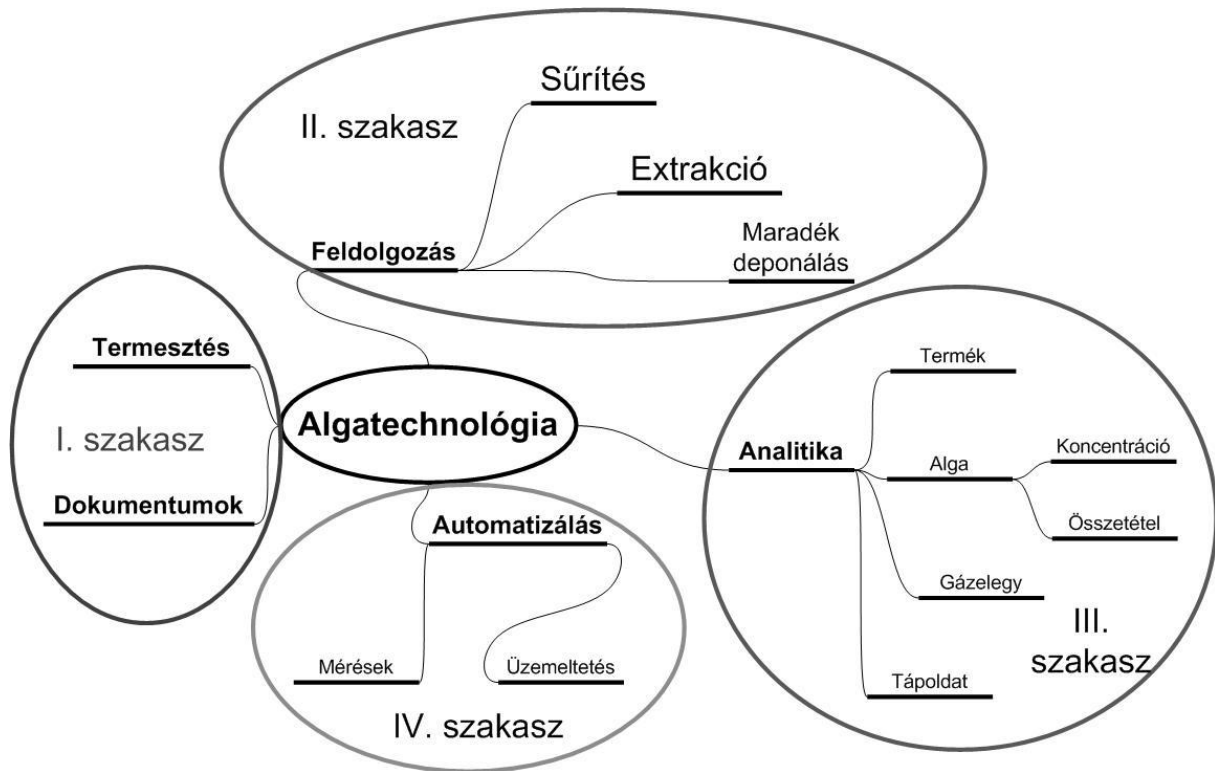
1. A technológia súlypontjainak meghatározása

Ahhoz, hogy a helyi klimatikus viszonyok között működő technológiát vizsgálni tudjunk, a termesztéstől kezdve kell felépítenünk a technológiát. Ez azért fontos, mert az algaszuszpenzió, mint nyersanyag, összetétele alapvetően befolyásolja a későbbiekben igénybe vehető technológiák paramétereit.

Az algatermesztési vizsgálatok során meghatároztuk a laboratóriumi és a szabadtéri termesztési feltételeket. Olyan alrendszer hoztunk létre, amely a további vizsgálatokhoz alapanyaggal szolgálhatott. A sikeres termesztés érdekében ki kell elégíteni az algák alapvető igényeit. A sikeres feldolgozás érdekében olyan nagy sűrűségű szuszpenziót kell kapnunk, amelyben nagy lipidtartalmú algákat találhatunk. [1]

Az algatörzseket egyedi kivitelű flat panel fotobioreaktorokban szaporítottuk, melyeket azért választottunk, mert az üzemi paraméterek könnyen kézben tarthatók

Az algaszuszpenzió megfelelőségének meghatározásához meglévő vizsgálati módszerek adaptációjára és új módszerek kifejlesztésére volt szükség.



1. ábra. Az algatechnológia tervezésének és üzemeltetésének kritikus pontjai

Megfelelő minőségű algaszuszpenziót kell feldolgozni, hogy a kívánt termékekhez jussunk. A feldolgozást három kritikus tevékenységre koncentráltuk. Ezek a sűrités, az extrakció és a maradékfeldolgozás.

2. Termesztési paraméterek

Elsőként olyan módosított BG-11 alapú tápoldat receptúrát használtunk fel, amellyel 5-7 g/dm³ végleges algakoncentráció és legalább 20 (m/m)% lipidtartalom (száranyagtalomra) érhető el. Fényforrásként laboratóriumban cool white és speciális spektrumú fénycsővel biztosítjuk a szükséges mennyiségű fényt. Szabadtéri kísérleteinknél kizárólag természetes napfény volt a megvilágítás.

A beadagolt szén-dioxid mennyiségével befolyásolni lehet a biomassza kihozatalát. Méréseink nagy részét a 6-15 (V/V)% CO₂-tartalmú levegő beadagolása mellett végeztük.

A kísérleteink során stabilan működtethető flat panel fotobioreaktor rendszert építettünk ki. Ez a rendszer alkalmasnak bizonyult arra, hogy az algafajok szabadtéri termesztésbe való bevezethetőségének vizsgálatát el lehessen végezni.

3. Az alga jellemzése

A szuszpenzió állapotának nyomon követéséhez sok mérésre van szükség. Emiatt bevezettük a szaporodási indexet, ami a szuszpenzió 681,5 nm-en mért, hígítással súlyozott abszorbanciájával adható meg. Fontos vizsgálni emellett a szuszpenzió pH-ját is. Ha a szuszpenzió szaporodási indexe csökkenést mutat, és a szuszpenzió pH-ja is változik, a rendszerbe be kell avatkozni.

4. A tápoldat jellemzése

A tápoldat-komponensek közül kiemelt fontosságú a nitrogén, amely főként NO_3^- formában előnyös, de ammónia vagy karbamid is lehet a tápoldatban.

Fontos még a foszfát tartalom, melynek koncentrációja szintén befolyásolja a végső biomassza-tömeget.

A mikroelemek jelenléte az algasejtek működéséhez szükséges biokatalizátorok, felépítése miatt fontos. Alkalmazásuk egy viszonylag szűk koncentráció tartományt fed le.

Ha a tápkomponensek mennyisége egy kritikus szint alá esik, a szaporodási folyamat megáll, a szükséges beavatkozást meg kell tenni. Ez a hiányzó komponensek pótlása, a szüret vagy esetleges éheztetés (bizonyos irodalmakban sokkolási folyamatnak is nevezik). Az éheztetés szerepe jelentős lehet, ha már elértük a kívánt biomassza koncentrációt. Ekkor a nitrogén-éheztetés az algasejtek lipidkoncentrációjának növekedését eredményezheti.

5. Az algaszuszpenzió feldolgozása

Mivel energetikai céllal termesztettük az algákat, tekintettel kell lenni az energiamérlegre. Arra törekszünk, hogy a rendszerbe bevitt energia ne haladja meg a kinyerhető energia maximumát.

A feldolgozás három fontos szakaszra bontható. Első lépésben egy viszonylag sűrű vizes szuszpenzióból száraz algaport kell kinyernünk. Az így nyert alapanyagból kiextraháljuk a kulcskomponenseket. A harmadik lépésben pedig a maradékfeldolgozással kell törődnünk.

6. Sűrítés

A sűrítési módszerek bevezetésénél arra törekedtünk, hogy a lehető legrövidebb idő alatt, kis energiabefektetés árán száraz algát nyerjünk.

Kísérleteztünk vegyszeres flokkulálással, ami egyszerű eljárásnak bizonyult, de a betáplált alga minőségére érzékeny eljárások.

Megvizsgáltuk az ultraszűrés alkalmazhatóságát is. Előnyös volt abban a tekintetben, hogy nem érzékeny a betáplálás anyagi minőségére. Hátránya a viszonylag nagy eszköz beruházási igény.

Vizsgáltunk egyéb kombinált eljárásokat is (pl. flokkuláció és mikroszűrés/centrifugálás együttes alkalmazása), amelyek kis energiaigényük miatt hasznosak lehetnek. Méretnövelésük lehetőségét jelenleg is vizsgáljuk.

7. Extrakció

A száraz algák feldolgozásának másik fontos lépése az extrakció. Ebben a lépésben nyerjük ki a lipideket. Ezek a komponensek a biodízel előállítás kiindulási anyagai lehetnek.

Számos módszer létezik a lipidtartalom kinyerésére. A neutrális lipidek mennyiségét n-hexános extrakcióval határozzák meg. Az összes lipidtartalom meghatározására Bligh-Dyer módszere terjedt el. Ezeket a technikákat analitikai és feldolgozási céllal egyaránt alkalmazzák. Ezen kívül számos más ipari oldószert, oldószerkombinációt alkalmazhatóságát teszteltük. A legnagyobb extrakt kihozatal a Bligh-Dyer féle kloroform-metanol eleggyel érhető el. A módszer hátránya, hogy az apoláris lipideken kívül más komponensek is jelen vannak. A tisztán paraffin szénhidrogének keverékéből álló szolvensek tisztább terméket adnak, de kisebb a fajlagos kihozatal. A legmegfelelőbb extrakciós módszer kiválasztásához érdemes megfontolni a több komponenst tartalmazó extraktum frakcionálásának lehetőségét. [2]

8. Maradékok feldolgozása

Maradékfeldolgozásra azért van szükség, mert a sűrítésnél elválasztott folyadékfázis a feldolgozási lépések függvényében újrahasznosítható vagy tisztítandó.

Másik értékes maradék, az extrakciónál keletkező raffinátum további hasznosítása is indokolt. Tartalmazhat maradék cukrot és keményítőt, kinyerhető színanyagot, vagy egyéb feltárás után hozzáférhető bioaktív komponenseket. A raffinátum feldolgozásánál másodlagos energiakinyerésre számos lehetőség adódik. Egyrészt biogáz előállításra használható, másrészt fermentációval bioetanol állítható elő belőlük.

Vizsgálataink során biogáz előállítási kísérleteket hajtottunk végre. A kísérletek alapján megállapítottuk, hogy a nyers algamassza és a raffinátum bizonyos korlátozások mellett alkalmas lehet biogáz előállításra.

Irodalom

- [1] Singh, A., et al. *Mechanism and challenges in commercialisation of algal biofuels*. ,Bioresource Technology, Volume 102, Issue 1, January 2011, Pages 26-34 doi:10.1016/j.biortech.2010.06.057
- [2] R. Bocsi, G. Horvath, L. Hanak, Z. Hodai, *Extraction Examinations of Microalgae Propagated for Biodiesel Additives*, Hung. J. Ind. Chem., Veszprém, 2011, Vol. 39(1) pp. 45-49

Bocsi Róbert, Okleveles Vegyészmérnök, MSc (PhD hallgató)

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék

H-8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.

Telefon: +3688-624-268

E-mail: bocsirobert@almos.uni-pannon.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÜLÖNBÖZŐ MEGMUNKÁLÁSÚ FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIAI SAJÁTOSSÁGAI

BUKODI Norbert István, CZIFRA Árpád

Abstract

Nowadays, friction and wear loss can reach 1000 million dollar pro year. Controlling tribological behaviour of contacting surfaces can result optimised operation, lower operating cost and longer lifetime.

In our work three different type investigated (turned, grinded and milled surface), to find any correlation of machined surface were between topographic parameters.

Results give opportunity to develop surface designing principles, but further investigation is needed.

Key words:

tribology, turning, milling, grinding, microtopographical parameters

Összefoglalás

Napjainkban a súrlódásból illetve kopásból adódó veszteségek még mindig több ezermillió dollárra tehetőek évente. [1]Ezért vált fontossá az utóbbi években a felületek működésének ismerete, így gépeink működése optimalizáltabb, üzemeltetési költségeik alacsonyabbak lehetnek, élettartamuk nőhet.

Eben a cikkben három különböző típusú megmunkálás mikrotopográfiáját vizsgáltuk paraméterpárok összehasonlításával.

A kapott eredmények biztatóak, szükségessé teszik a további, részletesebb vizsgálatokat. Előrevetíti felülettervezési irányelvek meghatározását, illetve új minőségbiztosítási rendszerek felállításának lehetőségét.

Kulcsszavak:

tribológia, esztergálás, marás, köszörülés, mikrotopográfiai paraméterek

1. Bevezetés

Az egyes felületek magukon hordozzák megmunkálásuk nyomait, melyek befolyásolják a felületek működését.[2],[3] Mindezen befolyásoló tényezők ismerete elengedhetetlen a felületekkel szemben támasztott elvárások, és minőségi kritériumok felállításához. Jelen cikkben a szerzők a felületi érdességet leíró paraméterek kapcsolatát igyekeznek feltérképezni.

2. Topográfiák paraméter alapú jellemzése

Ebben a fejezetben a később tárgyalt S_{bi} és S_{ci} valamint S_{sk} és S_{ku} paramétereiről adunk rövid jellemzést.[4],[5] A paraméterek pontos számítási módszerét, a [4],[5] számú szakirodalom tárgyalja.

Az S_{bi} egy hordozófelületi jelzőszám. Nagyobb hordozófelületi jelzőszám jobb teherviselési jellemzőket jelent. Ahol $\eta_{0,05}$ az 5%-os hordozófelületi arányhoz tartozó érdességmagasság. Az S_q pedig felületi középértéktől való geometriai eltérések középértéke, ami középérték körüli szórást mér.

Megadja az 5 illetve 80 %-os hordozófelületnél mért anyagtérfogat hányadok különbségének a mintavételi felületre vett arányát az S_q -ra vonatkoztatva. Nagyobb értékei jobb folyadékmegtartó képességet jelentenek a magzónában, azaz a $h_{0,8}$ és $h_{0,05}$ közötti térfogatrészben.

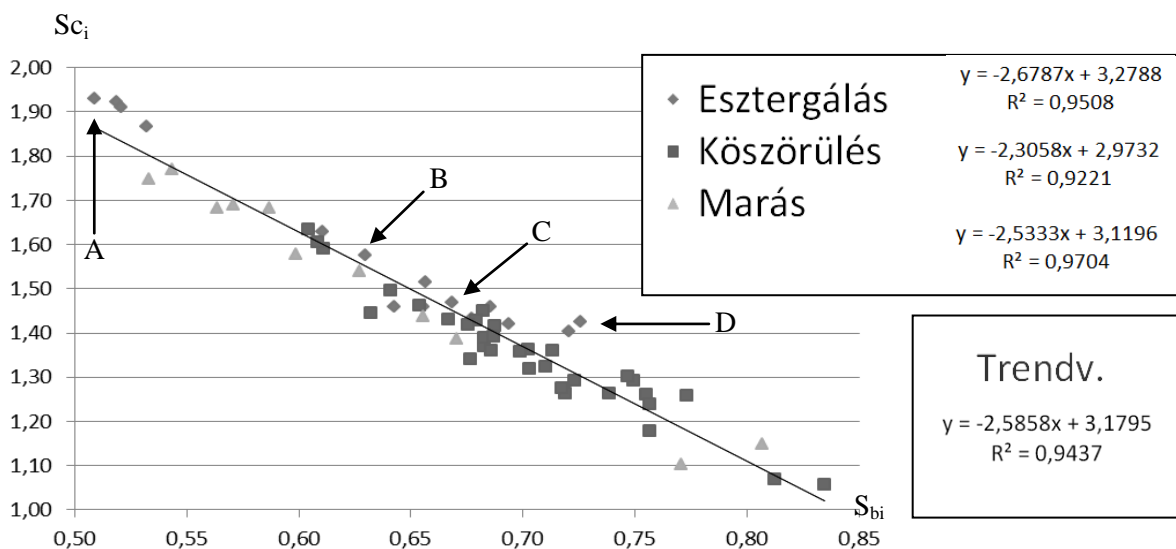
Az S_{ci} a magzóna folyadékmegtartási tényezője, Megadja az 5 illetve 80%-os hordozófelületnél mért anyagtérfogat hányadának különbségének a mintavételi felületre vett arányát az S_q -ra vonatkoztatva. Nagyobb értékei jobb folyadékmegtartó képességet jelentenek a magzónában, azaz a $h_{0,8}$ és $h_{0,05}$ közötti térfogatrészben.

A felületi topográfia magasságeloszlásának asszimetriája az S_{sk} paraméter. Ez a mérőszám a sűrűségfüggvény asszimetriáját jellemzi, és utal a felület típusára. Ha értéke nagy negatív szám, a felület „telt” jellegű, néhány éles völgyel tarkítva, ellenkező esetben „üres” profilokról van szó, tehát néhány kiugró csúcs jellemzi a felületet.

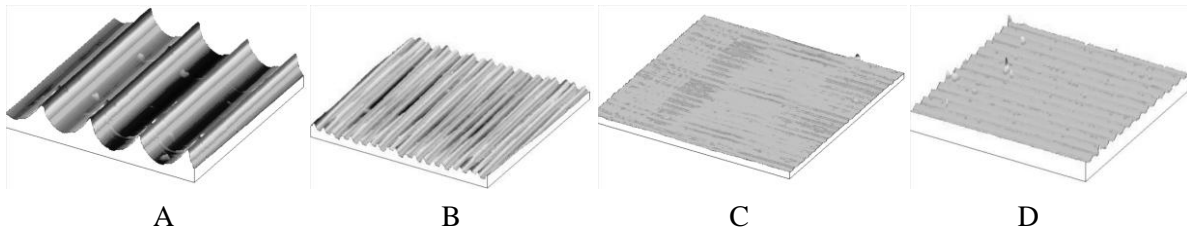
A felületi topográfia magasságeloszlásának hegyességét méri az S_{ku} . Utal arra, hogy mennyire egyenletes az adott felület. Nagy értéke azt jelenti, hogy a mérési pontok közül igen sok esik egy adott magassághoz, tehát a felület nagy része egyenletes. Természetesen ez nem zárja ki kiugróan nagy csúcsok illetve völgyek létét.

3. S_{bi} és S_{ci} paraméterek kapcsolata

A paraméterek korrelációjának vizsgálata során találtunk a S_{bi} és S_{ci} paraméterek kapcsolatára. Ezt mutatja be az 1. számú ábra.



1. ábra. S_{bi} és S_{ci} paraméterek értékei



2. ábra Mikrotopográfiák

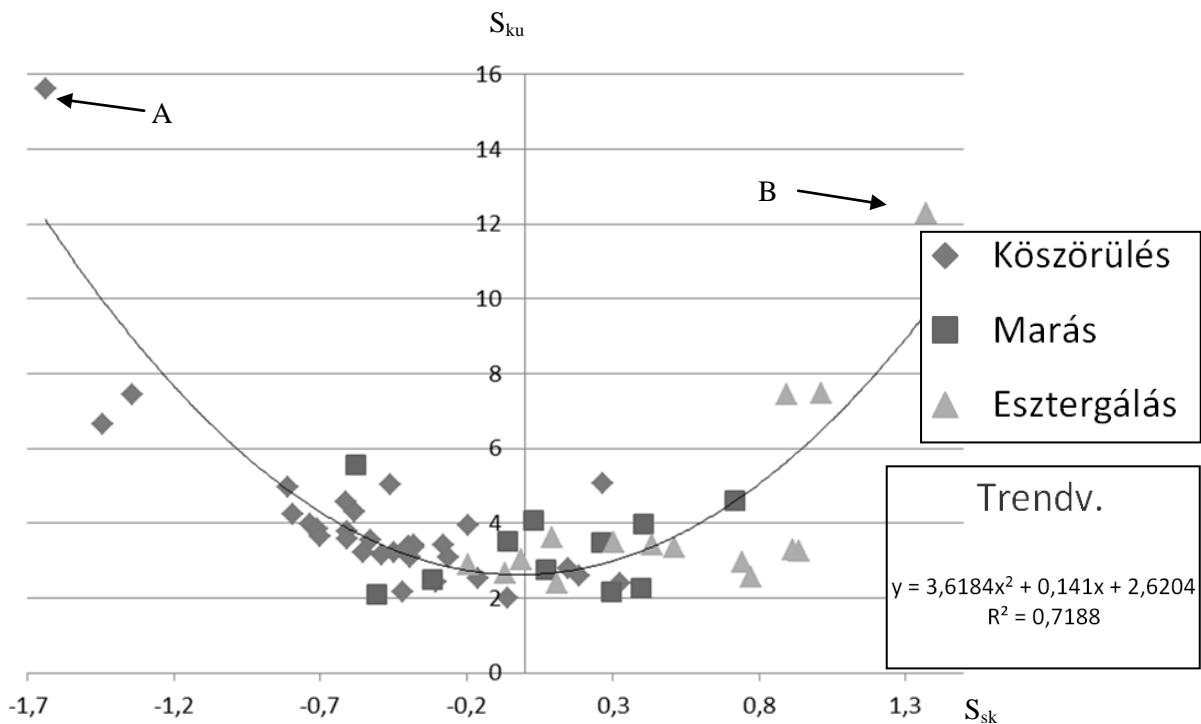
Az esztergálás dominánsan a bal felső tartományt foglalja el a diagramon, így egyértelműen elkülöníthető a másik kettő megmunkálási fajtától.

Az értékek elhelyezkedésének további vizsgálata során, azt a megállapítást tettük, hogy az értékekre fektethető egyenesek mentén, a mikrotopográfiák jellege változik(2.ábra A,B,C), míg az egyenestől merőlegesen való eltérések felületi hibák jelenlétét mutatják. (2. ábra D)

4. S_{sk} és S_{ku} paraméterek kapcsolata

Az S_{sk} és S_{ku} paraméterek kapcsolatának vizsgálatával a köszörülés, és az esztergálás különíthető el egyértelműen. A köszörülés a diagram bal, míg a az esztergálás a diagram jobb oldalát foglalja el. Itt a marás csupán az értékek tendenciájában mutat eltérést, vízszintes egyenes fektethető rá, ellentétben a két másik megmunkálási fajttal, melyek parabola alakban helyezkednek el.

Néhány minta elkülönül a többtől. Az értékek szélsőséges eltérést ebben az esetben is a felületi hibák jelenléte okozta.(3. ábra A, B)



3. ábra S_{sk} és S_{ku} paraméterek értékei

5. Következtetések, összefoglaló

A felület jellemzésére használt paraméterek között összefüggések találhatóak. Ezt támasztja alá mind az S_{bi} - S_{ci} , mind az S_{sk} - S_{ku} paraméterpárok között talált viszony, miszerint a megmunkálási módok megkülönböztethetők egymástól. A fent tárgyalt módszereket együttesen alkalmazva lehetőség nyílik a paraméteralapú topográfiai diagnosztika kidolgozására, egyben előrevetíti, hogy megfogalmazhatunk felülettervezési irányelveket a kopáshoz, illetve a súrlódáshoz optimalizált felületi struktúrák kialakításához.

Irodalom

- [1] Karl-Heinz zum Gahr: *Micrustructure and Wear of Materials*, Tribology Series, 10., Elseiver (1987)
- [2] Tom R. Thomas: *Rough Surface*, Imperial Collage Press, London (1998)
- [3] Czifra Árpád: *Diplomaterv*, 2003
- [4] Palásti, Kovács, Pálinkás, Váradi: *A topoSurf, 3D-s érdességmérő műszer*, Műszerügyi és mérés technikai közlemények, 2001/68. p. 43-52
- [5] Stout, Sullivan, Dong, Mainsah, Luo, Mathia, Zahouni: *The development of methods for characterisation of roughness in three dimensions*, Printing Section, University of Birmingham Edgbuston, Birmingham (1993)

Bukodi Norbert István, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki kar,

Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: bukodin@gmail.com

Dr. Czifra Árpád, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: +36-1-666-53-91 / +36-1-666-5484

E-mail: czifra.arpad@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ARTÉZI KUTAK VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATA NAGYSZALONTÁN

BUZETZKY Dóra, FÓRIÁN Sándor

Abstract

Drinking water we use waters under a surface primarily, and quality control of these. We consider an important task. Water from the wells in our study population likes to drink it. We examined the quality of the artesian springs in Nagyszalonta. Four artesian wells were tested in the city. We defined the ions in the waters with ionchromatography.

Key words: Salonta, artesian spring, water quality

Összefoglalás

Ivóvízfogyasztásra elsősorban felszín alatti vizeket használunk, ezért ezek minőségellenőrzése fontos feladat. Nagyszalontán vizsgáltuk az ott lévő kutak vizeinek minőségét. Az általunk vizsgált kutak vizét a lakosság előszeretettel fogyasztja. Négy artézi kutat vizsgáltunk: Arany kút, Petőfi kút, Oncsa és a Tenkei kút. A vizekben lévő ionokat ionkromatográfiával határoztuk meg.

Kulcsszavak: Nagyszalonta, artézi víz, vízminőség

1. Bevezetés

Lakóhelyemen, Nagyszalontán vizsgáltam az ott lévő artézi kutak vizeinek minőségét. Összesen 4 artézi kút vizét vizsgáltam, név szerint: Nagyszalontán a Petőfi, Arany, Oncsa és Tenkei kutat. Ezeknek a kutaknak a nevei a településen belüli elhelyezkedésük alapján történt. A városban élő emberek közül sokan a vezetékes ivóvízzel szemben, az artézi kutak vizét választják. Sajnos a közelmúltban az egyes artézi kutakra figyelmeztető táblák kerültek „nem ivóvíz” felirattal. A kutak vize csak saját felelősségre iható, ennek ellenére a lakosság kb. 80%-a mégis az artézi kutak vizét hazahordja, és ezt fogyasztja. Többen főzésre is ezt használják. A közeli falvakban lévő kutaknál még a figyelmeztető táblákat is leszedték a lakosok. [1]

2. Ionkromatográfias vizsgálatok

A terepi mintavételezést követően, szakszerű tárolás és szállítás mellett a laboratóriumi méréseket végeztünk a mintáinkon. A mintákat több részre osztottuk, s ezeken ionkromatográfiai vizsgálatokat is végeztünk. Az ionkromatográfias vizsgálat olyan műszeres analitikai módszer, amely a vizsgált mintákban fellelhető anionok illetve kationok minőségi és mennyiségi meghatározását teszi lehetővé nagy pontossággal.

A Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki és Vegyipari Művelettani laboratóriumában vizsgáltunk a mintáinkban ionkromatográfiásan a vízminősítés szempontjából meghatározó különböző anionokat és kationokat.

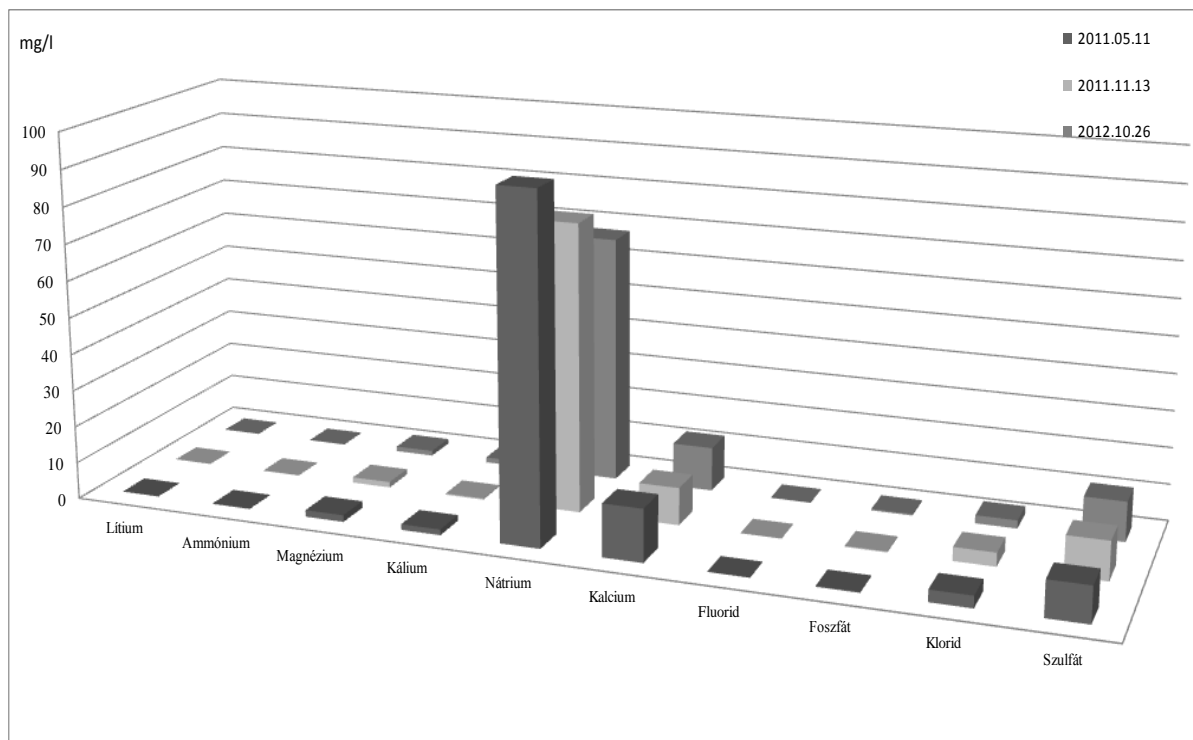
A DIONEX ICS-3000 dual ionkromatográfiás mérőrendszer alkalmas erős és gyenge savak anionjainak meghatározására ionelnyomással, valamint egy- és kétértékű kationok meghatározására. Az anionok és a kationok meghatározása párhuzamosan vagy felváltva egymás mellett egyszerre futhat attól függően, hogy a felhasználó egyazon vagy különböző mintákból kíván-e anionokat/kationokat mennyiségileg meghatározni, mérni. Az eluens és mintaáramlási útvonal is egyaránt teljesen fémmentes.

A mérések során alkalmazott módszer rövid leírása a következő: Az anion ágon nátrium-karbonát, nátriumhidrogén-karbonát tartalmú eluenssel, míg a kation ágon kénsav tartalmú eluenssel dolgoztunk. A mérési paramétereket DIONEX applikációk és ide vonatkozó magyar szabványok alapján állítottuk össze.

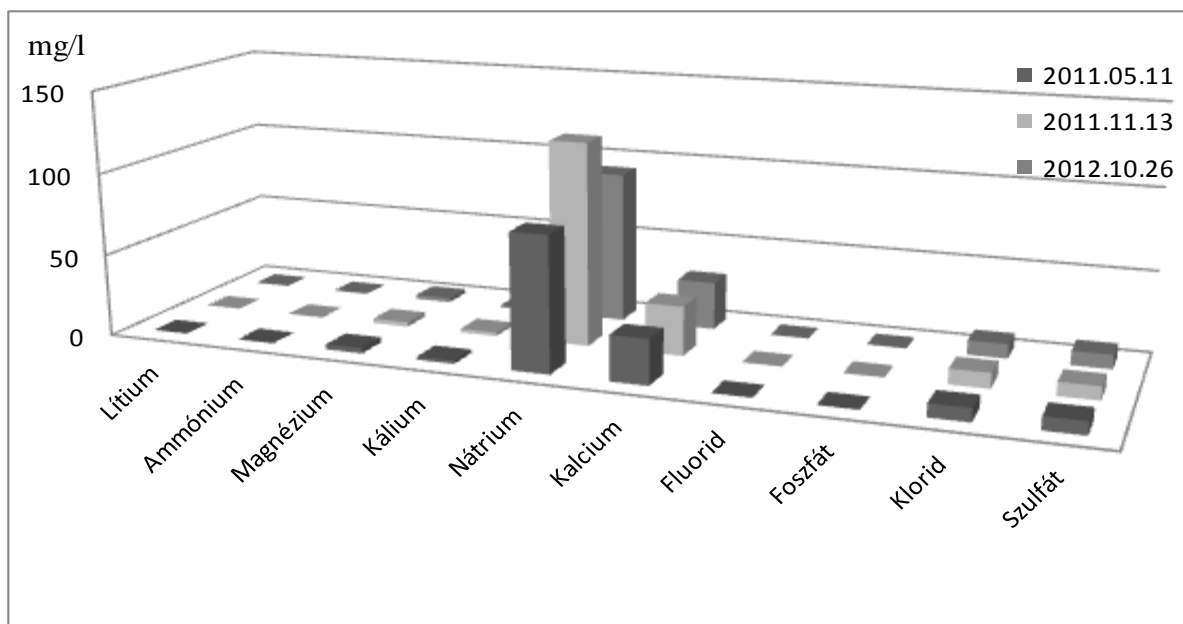
Standardok:

- anionág: fluorid, klorid, bromid, nitrit, nitrát, foszfát, szulfát,
- kationág: lítium, nátrium, ammónium, kálium, magnézium, kalcium. [2]

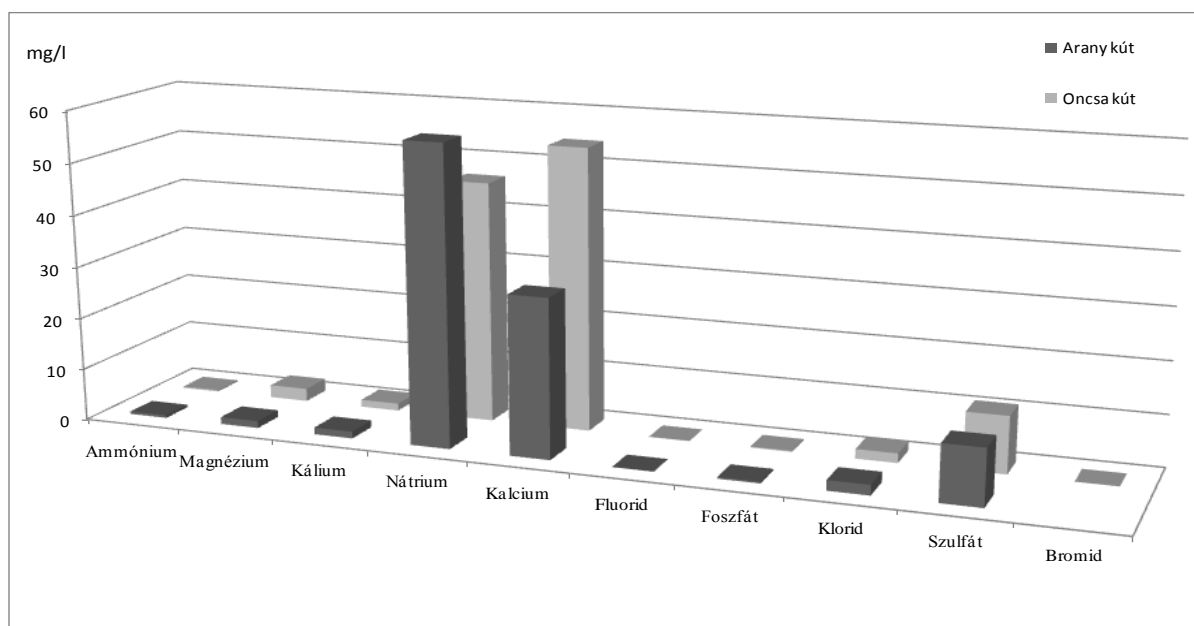
A kromatográfiás mérések végeredményeként egy ún. kromatogramot kapunk (detektor-jel idő függvényében), amely a minőségi és a mennyiségi információ hordozója. A kromatogramon a csúcs alatti terület mennyiségi, a retenciós idő a minőségi információ hordozója. A kapott eredményeket diagramokban foglaltuk össze az egyszerűbb áttekinthetőség kedvéért. [3]



1.ábra. Petőfi kút vizében található ionok



2.ábra. Tenkei kút vízében mért iontartalom



3.ábra. Az Arany és Oncsa kutak vizeinek iontartalma.

A fenti ábrákon megfigyelhető, hogy az artézi vizekben a szulfát és klorid tartalom a meghatározó az anionok közül. A minták esetében nem tapasztaltunk kiugró értékeket. Ezek megfeleltek mind a magyarországi, mind a romániai határértékeknek. A két ország kormányrendeletben, szabványban rögzített határértékei között nem sok eltérés figyelhető meg. Magyarországon a 201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet rögzíti az érvényben lévő ivóvíz-minőségi előírásokat, határértékeket. [4] A fluoridion magyarországi határértéke: 1,5 mg/l, romániai határértéke: 1,2 mg/l. A klorid-ion

magyarországi határértéke: 100 mg/l, míg romániai határértéke: 250 mg/l. A szulfát magyarországi: 250 mg/l, romániai határértéke pedig 200 mg/l.

A kationok közül a nátrium- és kalcium-ionok a dominánsak. Csak az ammónium- ion esetében tapasztaltunk határérték túllépést. Az ammónium magyarországi határértéke: 0,2 mg/l, míg a romániai határértéke: 0,5 mg/l. A Tenkei és az Arany kút a romániai határértékeknek megfelel, a magyar határértéket viszont túllépi. A Petőfi és Oncsa kút mindkét ország határértékének megfelel. Az ammónium egy szennyezést jelző vízminőségi paraméter: a szerves anyagok, a mikroorganizmusok élettevékenysége során felbomlanak, és ennek termékeként keletkezik. Települési és ipari szennyvizek bemosódásából eredhet, ezért a vizek elfertőződésére utal. A magas ammónium koncentráció oka jelen esetben valószínűleg az, hogy a magas talajvíz keresztülbe szennyezi a kutak vizét. A másik lehetséges ok, hogy a szennyezőanyagok leszivárognak a cső mentén. Tudomásunk szerint a kutak nem védőcsövesek, ezért korrodálódás is elképzelhető. Egyéb kiugró értéket nem tapasztaltunk.

3. Összefoglalás

Elmondható, hogy Nagyszalonta városában és a környező falvakban az artézi kutak vize jó minőségű, a kémiai komponensek többsége nem lépi túl a romániai és a magyarországi határértékeket sem. Vizsgálataink eddigi eredményei alátámasztották a helyi lakosok állítását, miszerint a kutak vize ivóvízfogyasztásra alkalmas. Egy vizsgált alkotónál, az ammóniumion esetében tapasztaltunk határérték túllépést. További célkitűzésünk a kutak vízhozamának mérése, melyet azért szeretnénk elvégezni, hogy ez a vízmennyiség figyelembe vehető-e a település ivóvízellátásánál.

4. Felhasznál irodalom:

- [1] Buzetzky Dóra: *Nagyszalonta és térsége artézi kútjainak felmérése* TDK dolgozat Debrecen, 2011.
- [2] Dr. Bodnár Ildikó: *Környezet analízis I.*, oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2010.
- [3] Buzetzky Dóra: *Felszín alatti vizek kémiai vizsgálata a hajdúsági régióban* TDK dolgozat Debrecen, 2012.
- [4] Magyar Közlöny: *10/2010.(VIII.18.) VM rendelet a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályozásairól szóló rendelet.* Budapest, 2010.

Buzetzky Dóra, hallgató

Munkahely: DE Műszaki Kar,

Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen Ótemető u 2._

Telefon: 06306131121

E-mail cím: dora_beata@freemail.hu

Fórián Sándor, adjunktus

Munkahely: DE Műszaki Kar,

Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen Ótemető u 2.

Telefon: + 36-52/415-155

E-mail cím: forian@eng.unideb.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÜLÖNLEGES MOZGÁSCIKLUSOK - TROCHOIDÁLIS MARÁS

CSESZNOK Sándor, SZALÓKI István, SIPOS Sándor

Abstract

In manufacturing technology the different ways of trochoidal milling are increasingly being used for making grooves for example. To the traditional groove milling technology which was applied up to now a new, alternative method has been added. At present there are two possibilities for generating trochoidal toolpaths. One is when, relying on an up-to-date control of our machine tool, we select the trochoidal milling version supported by a given controller as a built-in option. The other possibility is when we model the particular toolpaths ourselves, which is certainly considerably less costly. In our present paper we look at special milling cycles created by geometric modeling and recommended by modern designing systems. We also show our short-term objectives in connection with the technology (in the hope of long-term research, though) as well as our experimental plan.

Key words:

Slot milling, semicircular milling, zigzag milling, trochoid milling, productivity, force effects, microgeometry

Összefoglalás

A gyártástechnológiában egyre szélesedő körben alkalmazzák a trochoidális marás különféle változatait például hornyok elkészítésére. Ennek kapcsán az eddig alkalmazott egy fogásban történő hagyományos (telibe) marási technológia újabb alternatív módszerrel egészült ki. Jelenleg két lehetőséget látunk a trochoidális szerszám pályák generálására: az egyik, amikor a szerszám gépünk korszerű vezérlésére támaszkodva, beépített opcióként válasszuk az adott vezérlő támogatta marási trochoid eljárás változatot, vagy pedig a másik lehetőségként magunk modellezzük az egyes szerszám pályákat, amely természetesen sokkal kisebb költségfordítással párosítható. Cikkünkben áttekintjük a geometriai modellezéssel létrehozott, valamint a korszerű tervezőrendszerek által ajánlott különleges marási ciklusokat, bemutatjuk a technológiával kapcsolatos rövidtávú céljainkat (a kutatás reményeink szerint hosszú távú lesz) és kísérleti tervezetünket.

Kulcsszavak:

Horonymarás, félköríves marás, cikk-cakkmarás, trochoidális marás, termelékenység, erőhatások, mikrogeometria

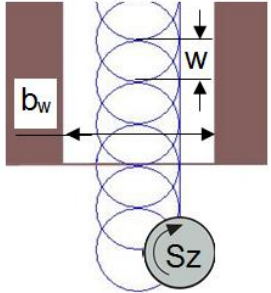
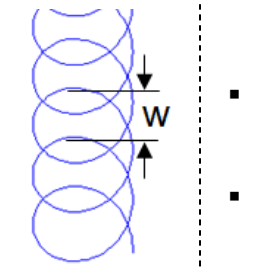
1. Bevezetés

Horonymaráskor az egy lépésben végzett ún. telibemarás nem tekinthető ideálisnak, mert a szerszám igen nagy élhossza kerül érintkezésbe a munkadarabbal, a pillanatnyi forgácsvastagság az él egyenlőtlen terhelését okozza, ennek következtében a forgácsolóerő és a hőmérséklet megnövekszik, a kedvezőtlen forgács transzport pedig gyakran vezet a forgács újraforgácsolásához. A DTMM (difficult to machine materials) anyagoknál e kedvezőtlen jelenségek köre még tovább bővül. A trochoidális horonymarással az előzőekben leírt csaknem minden probléma orvosolható: a nagy szívósságú szerszám céloktól kezdve az edzett darabokig a megmunkálás HPC (High Productive Cutting)

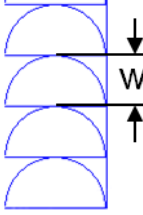
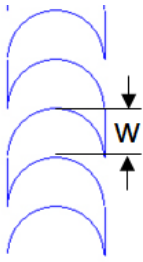
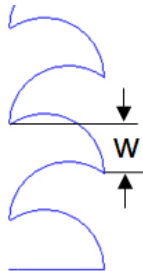
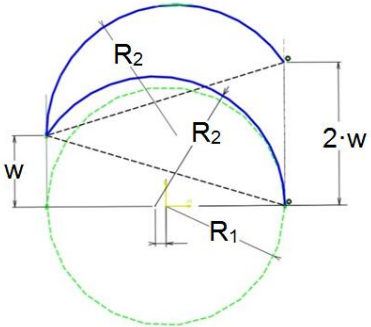
technikával hajtható végre, még kis falvastagságú alkatrészeken is. Nagyoló megmunkálásnál az axiális fogásmélység igen nagy ($a_p=10-20$ mm), míg a sugárirányú fogásvétel kisebb a megszokottnál. A forgácsoló- és az előtoló sebesség növelésével azonban a termelékenységgel igen előnyösen fokozható. A szerszám éltartama és a mart felület érdessége egyaránt kedvező értéket mutat, ráadásul a forgácsolás kisebb erőhatások és mérsékelt vibráció mellett történik. A marási pálya a szerszámgeptől intenzív gyorsulást és lassulást, a vezérléstől pedig „előrettekintő üzemmódot” (look-ahead function) követel meg. A szerszámbe fogó rendszer merevsége és a maró legkisebb kinyúlása igen fontos követelmény.

2. Trochoidális marási változatok modellezése

Trochoidális marásról akkor beszélünk, ha az adott „d” átmérőjű szerszámmal elkészítendő horonyszélesség (b_w) minimum $1,15 \times d$ nagyságú, a radiális ellépés (w - step over) $(0,02 \dots 0,25) \times d$ közé esik, a horonymélység pedig $a_p \leq 2 \times d$ [1]. A trochoidális marás a palásmarás egy eljárás-változata, ahol az elérhető pontosság és a felületi mikrogeometria az alkalmazott szerszám pályára függvénye. Az áttanulmányozott szakirodalmakban [1-4] különféle marási változatok sémáját lehet fellelni. Az 1. és 2. *ábra* tartalmazza a Microsoft Excelben programozott [5] szerszám pályák szimulációját valós szerszám gép (Mazak Nexus) és vezérlés (Mazatrol™) környezetben, valamint röviden leírja a fontosabb sajátosságait.

 <p>CATmo (CATIA-modell) - V5R20 -</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a korszerű tervezőrendszerekben a trochoidális marás stratégiája a legtöbb esetben jelentősen leegyszerűsítve található meg; ▪ szerszám vezérlése kizárólag egy kör és egyenes egymást követő interpolációjából áll, ezért az egyik horonyoldal simább, jobb felületi érdességű lesz, a másik pedig – a radiális ellépés hatására – a körívek áthatásából hátramaradt „csipkével” tarkított; ▪ előnye, hogy egyszerűen programozható és csak egyenirányú marást hajt végre, hátránya viszont, hogy a bejárt úthossz ~50%-a holtidő.
 <p>Ciklois-képző marás (igazi trochoid)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a szerszámot (a terhelése szempontjából nagyon kedvező) hurkolt ciklois alakú pályán vezéreljük; ▪ a bejárando pálya hossza miatt kevésbé termelékeny eljárás, gondos és körültekintő programozást igényel, ráadásul az úthossz ~50%-a itt is holtidő; ▪ a pálya legfontosabb jellemzője a húr hosszúság (t), amely a generált pályát alkotó vonalak hosszát adja meg. Ha $t \geq 0,3$ mm, akkor a terhelés egyenlőtlen, emiatt a szerszám kedvezőtlenül kopik (és csökkenő éltartamot mutat), viszont $t \leq 0,1$ mm értéknél a modell feleslegesen sok pontot generál, ami problémákat okozhat az adatok beolvasásakor, ezért $t = 0,2$ mm alkalmazandó [1].

1. ábra. A CATmo (CATIA V5R20 trochoidális modellje) és a ciklois-képző marás szerszám pályája

 <p>Félköríves marás</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a maró az egyik horonyoldaltól a másikig a lehető legrövidebb utat járja be és keresztben történik az átállás, így az üresjárat kb. 40%-ra tehető; ▪ előnye az egyszerű programozhatóság, az egyenirányú marási stratégia és a jó felületi érdesség (a csipkesség csak az egyik horonyoldalon jelentkezik); ▪ hátránya: a félkörív befejezése után lép egyet, ezért kevésbé termelékeny.
 <p>Lengő marás</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ az üresjárat utat küszöböli ki azzal, hogy egyaránt tartalmaz egyen- és ellenirányú marási szakaszt is. Alkalmazása akkor előnyös igazán, ha a forgácsleválasztási sebesség fokozása a célkitűzés [4]; ▪ a pálya félkörívek és egyenesek interpolációjának váltakozásából áll; ▪ előnyt jelent az egyszerű programozhatóság és a termelékenységi mutatók; ▪ hátránya a félkörív befejezése után végrehajtott egyenes ellépés (értéke = w), illetve a mindkét horonyfalon jelentkező fokozódott csipkéződés.
 <p>Lépő-lengő marás (saját fejlesztés!)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a termelékenység növelésére kutatócsoportunk kifejlesztett egy sajátos szerszám pályát, amelynek neve: lépő-lengő; ▪ az egyenes menti interpolálás elmarad, ennek köszönhetően nincsen holtidő, a maró pedig kizárólag a „w”, a „b_w” és a „d” értékétől függő R_2 sugarú ív mentén halad (a horonyfal és az ív között garantált a tangenciális kapcsolat); ▪ kis erőigényű, ellen- és egyenirányú marási szakaszt egyaránt tartalmaz. 

2. ábra. Félköríves, lengő és lépő-lengő marási modellek

3. Kutatási tervezetünk rövid ismertetése

A trochoidális mozgáspályák gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítására olyan vizsgálatok elvégzése szükséges, amelyek minél több műszaki-gazdasági jellemzőre (erőigény, termelékenység, pontosság, érdesség) kiterjednek. A birtokunkban lévő megmunkálóközpont és a csúcsmínőséget képviselő szerszámok beszerzése révén a kutatócsoport az alábbi vizsgálatokat tervezi:

- Kistler típusú erőmérőpaddal történő háromkomponenses erővizsgálat, amely a hidegzugor rögzítésű befogás közben a marás közben ébredő erőkomponensek alakulását mutatja;
- A fenti vizsgálatnál speciális kísérlettervet kívánunk alkalmazni: három változót három (minimális, mediális és maximális) szinten variálva (DoE - Design of Experiment). Ezzel az egyes forgácsolási paraméterek (a_p , a_{em} , f_z) folyamatra gyakorolt hatása tárható fel;

- A hosszú távú kopásvizsgálatok elvégzésekor az egyes változatoknak a maró élettartamára kifejtett hatását vizsgáljuk, különböző környezetbarát hűtőközegek (száraz, CAG, MQL) alkalmazásával;
- Az új eljárásváltozatok felhasználhatóságának kutatása és a legelőnyösebbek bevezetése mind a nehezen megmunkálható anyagokból (DTMM), mind pedig a hőálló szuperötvözetekből (HRSA) készített alkatrészek előállítására területén.

4. Következtetések / Összefoglaló

Előzetes vizsgálataink eredményei szerint a telibemarási jelentős erőtöbbletet-igénnyel, fokozott szerszám- és gépterheléssel, valamint növelt teljesítményfelvétellel jár, azonos előtolás beállítás mellett néhány trochoidális változatnál még termelékenyebbek bizonyul. Ezzel szemben azonos forgácsolási körülmények esetén a szerszámkopás jelentősen csökkenhet trochoidális eljárásváltozatoknál, ráadásul a szerszám dolgozó részének csaknem teljes egésze (a_p akár $2x_D$ -ig) kihasználható, ami az egy foggal eltávolítható forgácsolóterület növekedését eredményezi.

Irodalom

- [1] Seco Tools AB: *Trochoidal Milling Excel application*, Fagersta (Sweden), 2005.
- [2] WNT: *A katalógus*. WNT Magyarország Kft., Budapest, 2010-2011. p. 13/289.
- [3] Siemens AG: *SINUMERIK 840D - Zyklen* (Programmierhandbuch), Nürnberg (Germany), 2008.
- [4] Emuge-Franken: *Programmbeschreibung Zirkularnut Fräsen / ZirkularPendelNut Fräsen (ZPN)*, Rückersdorf (Germany), 2005.
- [5] Szalóki I.: *Trochoidális pályák programozása Microsoft Office Excel alkalmazásban*, Budapest, ÓE/BGK/Forgácsolástechnológia számítógépes tervezése II. feladat, 2012. pp. 30.

Csesznok Sándor, műszaki tanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-477

E-mail: csesznok.sandor@bgk.uni-obuda.hu

Szalóki István, intézeti mérnök

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-427

E-mail: szaloki.istvan@bgk.uni-obuda.hu

dr. Sipos Sándor, mestertanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-427

E-mail: sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A BESZÉDPRODUKCIÓ AUTOMATIKUS MINŐSÍTÉSE HALLÁSSÉRÜLTEK BESZÉLNI TANÍTÁSÁHOZ

CZAP László, PINTÉR Judit Mária

Abstract

The acoustic speech recognition is used for several reasons and one of them is to teach hearing-impaired people. The evaluation of the pronunciation is based on the spectrum what is compared to the reference sample. The teacher is the one, who does the subjective evaluation. The result of comparison does not equal to the listener's assesment. Therefore the goal is the creation of the quality scale with the involvement of teachers, and to create automatic evaluation as close as possible to the subjective qualification. The examination of the feature extraction methods is necessary for this, because it has to be in harmony with the evaluation. The distance calculation methods, and the dynamic time warping must be examined for the proper fault detection. The investigation of the speech recognition methods also necessary. We will achieve the goal with their combined application.

Key words:

automatic evaluation, speech synthesis, teaching of hearing impaired people, talking head

Összefoglalás

A beszéd az emberek közötti legtermészetesebb információátviteli forma. A beszéd nem csupán fonémák sorozata, hanem fontos a hangsúlyozás a hanglejtés és számos más szupraszegmentális jellemző is. Ezek alapján egyértelmű, hogy a beszéd az emberek legfőbb kommunikációs eszköze, amiért az akusztikus beszéd felismerést igen sok területen és különböző célokra megfelelően alkalmazzák.

Egyik ilyen cél a hallássérültek beszélni tanítását segítő rendszerek fejlesztése. A gyakorlást végző személy aktuális kiejtését általában a spektrum alapján hasonlítják össze a referencia bemondással. Ez az összehasonlítás általában nem egyezik azzal az ítélettel, amit a hallgató az érthetőségről megállapít. A szubjektív értékelést szurdopedagógusok bevonásával a torz beszédre elvégezve megalkotható a minőségi skála. A cél a szubjektív minősítést minél jobban megközelítő automatikus értékelés megalkotása. Ehhez szükség van a lényegkiemelési eljárások elemzésére, a távolság számítás különböző módjainak vizsgálatára, a dinamikus idővetítés és a gépi beszéd felismerés különböző módszereinek alkotó alkalmazására.

Kulcsszavak:

automatikus minősítés, beszéd szintézis, hallássérültek beszélni tanítása, beszélő fej

1. Bevezetés

Beszédjelek alatt érthetünk akusztikus vagy akár vizuális jeleket is. Akusztikus jelként definiálva a beszéd nem más, mint hangnyomás hullámok keltése, azaz beszédhangok, fonémák kibocsátása. Agyi absztrakció során feleltetjük meg a hangokat fonémáknak (hangok olyan elemi, elvont egysége, amely szavakat különböztet meg egymástól, önálló jelentéssel nem rendelkezik). A beszéd nem csupán fonémák sorozata, hanem fontos a hangsúlyozás a hanglejtés és számos más szupraszegmentális jellemző is. Utóbbi esetben a vizuális jelek mint a gesztikuláció, arcmimika vagy szájmozgás feltérképezésével, megértésével, és rekonstruálásával az audiovizuális beszéd felismerés foglalkozik.

Az elmúlt évtizedekben a gépi beszédfeldolgozás dinamikusan fejlődött, egyre több alkalmazás jelenik meg. A beszédfelismerést igen sok területen és különböző célokra megfelelően alkalmazzák. A hallássérültek beszélni tanítását és az önálló gyakorlás lehetőségének megteremtését elősegítő szoftverek megalkotásához elengedhetetlen mind az akusztikus mind pedig az audiovizuális beszédfelismerés alkalmazása.

2. A beszédasszisztens rendszer

A „hallássérült” kifejezés gyűjtőfogalom: siketeket, nagyothallókat egyaránt magába foglal, függetlenül hallássérülésük fokától, súlyosságától, hallásállapotuk milyenségétől. Különböző fokozatok vannak a siketség és a nagyothallás között. A hallásmaradványt hallókészülékkel és orvosi rehabilitációval meg lehet őrizni, sőt, bizonyos esetekben fejleszteni is. A teljesen siketek nem rendelkeznek hasznosítható hallásmaradvánnyal, nekik a kommunikáció más formái jelentenek kiutat. A nagyothallókat segíti a beszédben hallásmaradványuk, a siketek – mivel egyáltalán nem hallanak – ebben nem támaszkodhatnak semmiféle önkontrollra. Minden tizedik embernek van valamilyen halláskárosodása Magyarországon. A veleszületett halláskárosodás meglehetősen gyakori, ezer újszülöttről kettőt-hármat érint. A hallássérültek, siketek nehezen, vagy egyáltalán nem értik a helyes beszédet és rosszul beszélnek.

A Debreceni és a Miskolci Egyetem közös projektjének célja a hallássérültek beszédmegértését és beszédtanulását elősegítő olyan összetett rendszer kifejlesztése, amely az eddig ismert módszereknél hatékonyabb támogatást tud nyújtani. A projekt előzménye a Debreceni Egyetemen kidolgozott audiovizuális transzkóder a hang vizualizálására, és a Miskolci Egyetemen kifejlesztett „beszélő fej” [1]. Hallássérültek beszélni tanítását segítheti a helyesen artikuláló virtuális bemondó, amely átlátszó arcával a természetes beszélőnél jobban megmutathatja a hangképzés részleteit (1. ábra). A hangképző szervek jellemző helyzete magyar beszédhangokra megtalálható alapvető munkákban [2, 3].



1. ábra. Fotorealisztikus és transzparens megjelenítés

Hasonló fejlesztések már léteznek a világon, de a projektben elérni kívánt eredménnyel ellentétben nem mutatják meg a szavak helyes artikulációját, így azok nem teszik lehetővé az önálló gyakorlást. A projekt gyakorlatban is hasznosítható célja egy komplex rendszer létrehozása, amely a beszéd folyamatot audiovizuális megjelenítést szolgáltatja, egyrészt a beszéd hangképeinek, másrészt az artikuláció vizuális megjelenítésével, egy oktatási keretrendszerbe foglalva. A technológia részben nyelvfüggetlen, és könnyen adaptálható lesz idegen nyelvekre. A rendszer terjesztése az interneten történik majd, szabad hozzáférésű alkalmazásban.

3. Automatikus minősítés

A gyakorlást végző személy aktuális kiejtését általában a spektrum alapján hasonlítják össze a referencia bemozdással. Ez az összehasonlítás nem egyezik azzal az ítélettel, amit a hallgató az érthetőségről megállapít. A szubjektív értékelést szurdopedagógusok bevonásával a torz beszédre elvégezve megalkotható a minőségi skála. A szubjektív minősítést minél jobban megközelítő automatikus minősítés megalkotásával lehetőség nyílik az önálló gyakorlásra valamint az előrehaladás nyomon követésére hosszútávon.

A minőségi skála megalkotásához alapmintákat gyűjtünk be a célkorosztályban a beszédminőség felmérésére. A mintákat eltérő fejlettségi fokú személyektől gyűjtjük be és minősítjük, a szépen beszélő ép hallóktól az alig érthetően beszélő hallássérültekig. Laikus hallgatók (akik ritkán találkoznak hallássérültekkel), valamint a szurdopedagógusok véleménye alapján fogjuk a skála alsó részét meghatározni.

A beszéd felismerőt különböző lényegkiemelési és távolságszámítási módszerekkel tanítjuk, majd elemezzük azokat, és kiválasztjuk a legalkalmasabbakat. Elvégezzük a dinamikus idővetítés és a statisztikai alapú eljárások összehasonlító elemzését is. A helyes és az aktuális kiejtés összehasonlításának eredményét a szubjektív tesztek eredményeivel kell összehangba hozni.

Az automatikus minősítés megalkotása nem új keletű. Hangképzési és beszédzavarok esetén - olyan személyeknél, akiknek gégerák miatt eltávolították a gégejükét, vagy ajak- és szápadhasadékos gyermekeknél - szignifikáns összefüggések érhetők el a szubjektív és az automatikus minősítés között. A PEAKS (Program for Evaluation and Analysis of all Kinds of Speech Disorders) rögzítő és elemző rendszer hangképzési és beszédzavarok automatikus vagy manuális minősítéséhez. A beteg szabványosított tesztek végezhet el, amiket a rendszer automatikusan minősít. A PEAKS segítséget nyújt a logopédusok munkájához is, az eredményeket, mint második szakvéleményt figyelembe vehetik a diagnózis felállítása során [4,5].

Az automatikus minősítési skála létrehozásához minden egyes beszélő esetén az alábbi műveleteket végezzük el:

- Először a beszéd felismerő és a prozódia modul (a prozódia által hordozott információ felhasználásával javítható a felismerés) alkalmazásával végrehajtjuk a lényegkiemelést;

- az n (összes kiemelt) jellemzők alcsoportját azok a legfontosabb jellemzők fogják alkotni, amelyeknek a legmagasabb a korrelációs célértékük, vagyis a multi-korrelációs és a regresszió analízis alapján adott legjobb lineáris becslések [6];
- a legjobb jellemzők alcsoportjának a felhasználásával pedig az SVN (Support Vector Regression) tanítását végezzük el [7].

A végén a becült és a célértékek közötti korrelációs érték alapján kiszámítható a becslés pontossága.

A kiválasztott jellemzők számát addig növeljük, amíg a becslés pontossága már nem javul tovább.

4. Összefoglaló

A hallássérültek beszédmegértését és beszédtanulását elősegítő összetett rendszer lehetővé teszi az önálló gyakorlást és a hosszú távú fejlődés nyomon követését. Ennek elengedhetetlen feltétele az automatikus minősítés, ami megalkotható beszélő ép hallóktól és az alig érthetően beszélő hallássérültektől származó minták vizsgálata, valamint a szurdopedagógusok szubjektív véleménye alapján. A lényegkiemelési eljárások elemzése és a távolság számítás különböző módjainak kiértékelése elengedhetetlen, hogy az összehasonlítási eredmények összhangba kerüljenek a szubjektív véleményekkel.

5. Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0002 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- [1] Czap L.: *'Audio-Visual speech recognition and synthesis'*. PhD Thesis, Budapest University of Technology and Economics. (2004)
- [2] Bolla K.: *'A Phonetic Conspectus of Hungarian'*. Tankönyvkiadó., Budapest. (1995)
- [3] Molnár J.: *'The Map of Hungarian Sounds'*. Tankönyvkiadó, Budapest. (1986)
- [4] Maier A., Haderlein T., Eysholdt U., Rosanowski F., Batliner A., Schuster M., Nöth E.: *'Peaks – A System for the automatic evaluation of voice and speech disorders'*. Speech Communication(2009)
- [5] Maier A., Hönlig F., Hacker C., Schuster M., Nöth E.: *'Automatic evaluation of characteristic speech disorders in children with cleft lip and palate'*. Proc. of 11th Int. Conf. on Spoken Language Processing, Brisbane, Australia, 1757-1760 oldal.
- [6] Cohen, J., Cohen, P.: *'Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences'* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey 1983a.
- [7] Smola, A., Schölkopf, B.: *'A tutorial on support vector regression. Tech.rep.'* Royal Holloway University of London, 1998., nC2-TR-1998-030.

Pintér Judit Mária, PhD hallgató

Munkahely: Miskolci Egyetem

Cím: 3515 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: +36 (46) 565-111

E-mail: pinter@mazsola.iit.uni-miskolc.hu

Dr. Czap László, egyetemi docens, dékánhelyettes

Munkahely: Miskolci Egyetem

Cím: 3515 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: +36 (46) 565-111

E-mail: czap@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A VÁROSI SZEGREGÁCIÓ CSÖKKENTÉSÉNEK ÉPÍTÉSZETI LEHETŐSÉGEI

DÁNYI Tibor Zoltán

Abstract

Segregation still exists at the beginning of the 21st century in Hungarian cities. However the convergence of marginalized groups is essential if we want to live in a healthy, peaceful society. Pécs has a number of well-defined areas, where low income families live, in low comfort homes. Such segregation is present in Györgytelep, the former mining colony. This paper discusses an ongoing project, aiming to architecturally renew the area. The students of Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology of the University of Pécs will design the renovation of homes, and the redevelopment of the environment. With the work of local residents, voluntary participation of students, we will strive to eliminate segregation. The present article reports on the current status of this project.

Key words:

segregation, elimination of exclusion, voluntary work, sustainable architecture

Összefoglalás

Pécsnek több olyan, jól körülhatárolható területe van, ahol koncentráltan élnek nehéz sorsú, kevés jövedelemmel rendelkező családok, alacsony komfortú lakásokban. Ilyen szegregációs terület Györgytelep is, a hajdani bányászkolónia. Több pécsi szervezet, egyesület, intézmény összefogásának eredményeképp van kibontakozóban egy olyan program, melynek keretén belül a telep építészeti is megújul. A Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kara diákjainak tervei alapján, a helyi lakosok munkájával, egyetemi hallgatók önkéntes közreműködésével teszünk kísérletet a terület szegregációjának felszámolására. A cikkben ennek a projektnek jelenlegi állapotáról számolok be. A program időszerűségét támasztja alá, hogy a kirekesztettség a XXI. század elejének társadalmában is jelen van. A periférián élők megsegítése, felzárkóztatása elengedhetetlen, ha egészséges, békés társadalomban szeretnénk élni.

Kulcsszavak:

kirekesztettség felszámolása, önkéntes munka, fenntartható építészet

Bevezetés

A kirekesztettség a társadalom igen széles rétegeit érintő probléma a világon sokfelé, így Magyarországon is. A szegénységgel foglalkozó szakirodalom szerint a szó igazi értelmében vett szegénység, azaz az anyagi javakhoz való hozzáférhetőség teljes vagy csaknem teljes hiánya, az ezzel összefüggő tudatlanság, esélytelenség nem a mi térségünkre jellemző, hanem a fejlődő országokra. E szerint a fejlett társadalmakban nem szegények, hanem többoldalúan hátrányos csoportok élnek, melyek viszonyaira az objektív-relatív depriváció jellemző. Ez a megfosztottság azokat az embereket sújtja, akik nem rendelkeznek anyagi erővel ahhoz, hogy a társadalom átlagának megfelelően táplálkozzanak, öltözködjének, lakjanak, hogy a „társadalmilag szokásos életstílust” kövessék [1].

Természetesen nem élhet mindenki azonos minőségű körülmények között, és mindig voltak olyanok, akik nem tudták önerőből megoldani lakhatásukat. És olyanok is akadtak, akik igyekeztek segíteni a rászorulóknak. Korábban elsősorban a filantróp érzületű gyárosok, üzletemberek keresték a megoldást az esetek lakhatásának megoldására, majd az egyes államok ismerték fel a segítségnyújtás szükségességét. Az előbbire jó példa az augsburgi Fuggerei, ahol Európában talán először jelenik meg a szociális motívum a lakásépítésben [2]. A rászorulókat megsegítésére létrehozott alapítvány kéziratában ez áll:

Jakob Fugger akarata és szándéka szerint... a tartós boldogság elősegítésére alapítványt tesz, hogy Augsburg némely szegény sorsú lakosa és polgára... kézművesek, napszámosok, és mások, ne kényszerüljenek nyilvános alamizsnakéregetésre... ezért hát vétessék le vállukról a házbérfizetés terhének egy része, és nyugalomra, kényelmes otthonra leljenek.

1516-ot írtak, mikor az augsburgi hajléktalanok megsegítésére megszületett a fenti elhatározás. Az ipari forradalom később megsokszorozta a városok népsűrűségét. Manchester népessége például 1801-ben 75 000 fő volt, 1901-re nyolcszorosára növe, már 600 000 lakója volt [3]. Szociális lakások tehát már évszázadokkal ezelőtt is épültek, a városiasodással és az iparosítással összefüggő elterjedésük azonban a XIX. századra datálódik, lakásszektoron belüli meghatározó tényezővé válásuk pedig a II. világháború utáni évtizedekre esik [4].

Györgytelep, egy pécsi szegregációs terület

A volt szocialista országok lakáspolitikájának sajátossága a nyugat-európainál egységesebb összetétele, a lakások kisebb mérete, és gyengébb minősége. A tulajdoni viszonyokban a rendszerváltozást követően drámai átalakulás történt. 2012-re Magyarországon az önkormányzati tulajdonú lakások aránya az 1990-es 22,7%-ról 3%-ra csökkent. Érdekes összehasonlítani ezt az Európai Unió átlagával, amely 10,7%, és ebben az átlagban benne van például Görögország is, ahol nincs önkormányzati tulajdonú szociális lakás. [5]

A rendszerváltozást követő lakásprivatizáció során tehát az eladható lakások túlnyomó többsége kikerült az önkormányzatok tulajdonából. Maradtak viszont a felújításra szoruló, alacsony piaci értéket képviselő, gyakran komfort nélküli lakások. Ebbe a kategóriába tartoznak azok is, melyek Pécs keleti városrészében, annak egy szűkebb körzetében, Györgytelepen találhatóak. A XIX. század végétől kezdtek építeni a közeli szénbányák dolgozói számára a telepet. Jellemző módon a szegregáció már a telep létesítése idején megjelent a területen [6]. A kolónián belüli különbségek időközben elmosódtak, bár bizonyos hierarchia még ma is megfigyelhető. Városi szinten ma Györgytelep – hasonlóan a többi pécsi bányászkolóniához – kirekesztettség szempontjából a legveszélyeztetettebb területek közé tartozik. A telepen alacsony jövedelemmel rendelkező, vagy segélyekből élő családok élnek alacsony komfortfokozatú, vagy komfort nélküli, túlnyomó többségben önkormányzati tulajdonú lakásokban.

A periférián élők megsegítésére már sokféle elképzelés született. Györgytelep láttán jónéhány városfejlesztő szakembernek az az első gondolata, hogy le kell rombolni, fel kell számolni. Csakhogy a városnak reménye sincs arra, hogy az itt élőknek máshol megfelelő lakást biztosítson. A rövidtávú hivatalos elképzelések között nem is szerepel a felszámolás terve. Kibontakozóban van viszont egy néhány évre szóló program, melynek kapcsán elengedhetetlen a Magyar Máltai Szeretetszolgálat tevékenységének méltatása. Munkatársaik minden munkanap kimennek a telepen létesített irodájukba, szinte együtt élnek a helyiekkel. A máltaiak kidolgoztak egy komplex programot (JELENLÉT) mely megpróbálja körbeölelni a szociális segítő szakma minden területét, mint amilyen a szociális ellátás, képzés, tantárgyi segítségnyújtás, napi életvitel, egészségügy, kultúra. Megpróbálják felrázni a közösségi életet, és megpróbálják felkészíteni a családokat arra, hogy visszakerülhessenek a társadalomban őket megillető méltó helyre. Aktív résztvevő megfigyelőként dolgoznak, együtt csúszkálnak eső után a sárban, megélik a családok mindennapjait, aminek eredménye, hogy elnyerték az itt élők bizalmát.

2012-ben 150 000 000 Ft-os Európai Unió támogatást nyert el a telep komplex fejlesztésére egy konzorcium, melynek tagjai Pécs Megyei Jogú Város Önkormányzata mellett a Magyar Máltai Szeretetszolgálat Egyesület, a Khetanipe Egyesület, a Baranya Megyei Kormányhivatal Munkaügyi Központja és a Türr István Képző Központ. A program keretében a helyiek munkaügyi képzésen vehetnek részt. Erdőgazdasági szakemberek mellett képeznek majd festő és kőműves szakmunkásokat is. A tervek szerint a gyakorlati oktatás a telepen zajlik majd, az oktatottak saját lakókörnyezetében. A programhoz kapcsolódóan szervezünk egy hallgatói ötletpályázatot is a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Karának hallgatói számára.

Terveket várunk a telep környezetének rendezésére, a lakások korszerűsítésre, közösségi funkciók elhelyezésére. Az egy főre jutó lakóterület átlaga Magyarországon 33 m^2 [7], Györgytelepen ezzel szemben a 10 m^2 -t sem éri el, ezért magától értetődő elvárás, hogy a kis alapterületű lakásokat ne csak a falakon belül korszerűsítsük, hanem a szomszédos lakások összenyitásával a nagyobb családok számára ideálisabb körülményeket teremtsünk. Rendkívül fontos tervezési szempont, hogy a megtervezett átalakítások a helyiek részvételével kivitelezhetőek legyenek. Talán még ennél is fontosabb, amit gyakran figyelmen kívül hagynak, mikor komfortosabb körülmények közé költöztetik a leszakadó családokat, hogy amit létrehozunk, az az ott élők számára megfizethető maradjon. Nem érdemes például gázt bevezetni oda, ahol remény sincs arra, hogy az elfogyasztott gáz árát meg tudják fizetni a használók.

Egyetemünk élete szempontjából is rendkívüli terepnek számít a györgytelepi munka. Hallgatóinknak lehetőséget biztosítunk rá, sőt bátorítjuk őket arra, hogy önkéntes munkájukkal vegyenek részt terveik kivitelezésében. Az önkéntes tevékenység a társadalmi beilleszkedés egyik fontos eszköze. Hozzájárul egy összetartó társadalom kialakulásához, a bizalom és szolidaritás kialakításával. Az önkéntes tevékenység lehetőség arra, hogy bármilyen vallású, nemzetiségű, társadalmi-gazdasági háttérű és korú ember hozzájárulhasson a sikerhez.

Összefoglaló

A szegregáció visszaszorítására törekedni rendkívüli türelmet és kitartást igénylő folyamat. Kulcsfontosságú, hogy minden azok bevonásával történjék, akik elszenvedik a kirekesztettséget. Nem lehet sorsok felett döntést hozni egy városházi íróasztal mögött. A Györgytelepen tervezett beavatkozások újdonsága, hogy az építkezések a helyiek bevonásával történnek. Célunk a lakások komfortfokozatának emelése, de csak olyan mértékig szeretnénk beavatkozni az épített környezetbe, aminek következtében nem jön létre a használók számára fenntarthatatlan környezet. Ez azt kívánja a tervezőktől, hogy ne a technika vívmányainak bevetésével tegyék a lakásokat fenntarthatóan kényelmessé, hanem olyan építészeti eszközök keresésével, melyek kiaknázzák a természet adta lehetőségeket; ha kell, használják a nap melegét, ha kell, elrejtik a házat, hasznosítják a csapadékvizet, és a rendelkezésre álló minimális területen ötletes megoldásokkal teremtenek a család minden tagja számára kényelmes életteret. Abban bízunk, hogy a Györgytelepen szerzett tapasztalatok később a város többi leaszakadó részén, esetleg az ország más településein is mintaként szolgálhatnak a szegregációs területek felszámolásában.

Irodalomjegyzék

- [1] Tóth J.: *Általános és politikai szociológia*. Államigazgatási Főiskola, Budapest, 1991 104. o.
- [2] Ogger, G.: *A Fuggerek*. Európa, Budapest, 1999. 215. o.
- [3] Frampton, K. : *A modern építészet kritikai története*. TERC, Budapest, 2009 27. o.
- [4] Hegedüs J., Lux, M., Teller N.: *Social Housing in Transition Countries*. Taylor & Francis, New York, 2013. 3. o.
- [5] Oxley, M.: *Financing Affordable Social Housing in Europe*. UN-HABITAT, Nairobi, 2009. 10. o.
- [6] Körner Zs.: *Az európai és magyar telepszerű lakásépítés története 1945-től napjainkig*. TERC, Budapest, 2006. 125. o.
- [7] www.ksh.hu/thm/tablak.html

Dányi Tibor Zoltán PhD hallgató

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Breuer Marcell Doktori Iskola
7624 Magyarország, Pécs Rókus utca 2.

Telefon: +3630 9015202

E-mail: danyitiborzoltan@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

EGY ÚJ NEM MEGENGEDETT BELSŐPONTOS ALGORITMUS A LINEÁRIS OPTIMALIZÁLÁSBAN

DARVAY Zsolt, MESTER Ágnes, PAPP Ingrid-Magdolna, TAKÁCS Petra-Renáta

Abstract

We introduce a new interior-point algorithm for linear optimization, which follows the central path, but it approaches the optimal solution through infeasible points. This method is similar to Roos's algorithm, which was conceived in 2005, but it is based on other search directions.

Key words: linear optimization, infeasible interior-point algorithm, full-Newton step

Mathematics Subject Classification (2010): 90C05, 90C51.

Összefoglalás

Egy olyan új lineáris optimalizálásra vonatkozó belsőpontos algoritmust vezetünk be, amely a centrális utat követi, de nem megengedett pontokon keresztül közelíti meg az optimális megoldást. Ez a módszer a Roos által 2005-ben meghatározott algoritmushoz hasonló, de más elmozdulásvektorokon alapszik.

Kulcsszavak: lineáris optimalizálás, nem megengedett belsőpontos algoritmus, teljes Newton lépés

1. Bevezetés

A lineáris vagy nemlineáris optimalizálási feladatok gyakran bonyolult gazdasági vagy műszaki jellegű problémákból származnak.

A Karmarkar [2] által 1984-ben publikált első belsőpontos algoritmus egy paradigmaváltást jelentett a lineáris optimalizálásban. Később a belső pontokon keresztül haladó útkövető algoritmusoknak számos változata jelent meg, amelyekről a [4, 6, 7] könyvekben olvashatunk. Az algoritmusoknak egy fontos körét olyan módszerek képezik, amelyek esetén az egyes lépések által generált vektorok nem megengedett megoldásai a feladatnak.

A Roos [3] által definiált belsőpontos algoritmus sajátossága az, hogy teljes Newton lépéseket használ, de nem megengedett pontokat érint. A továbbiakban az [1] publikációban ismertetett eljárást alkalmazzuk a Roos algoritmusára annak érdekében, hogy új elmozdulásvektorokkal egy új belsőpontos módszert határozzunk meg. Legyen x és s két n -dimenziós vektor. A cikkben használt jelölések a következők:

- xs a komponensenkénti szorzata az x és s vektoroknak, vagyis $xs = [x_1s_1, x_2s_2, \dots, x_ns_n]^T$;
- e az egyesekből álló n -dimenziós vektor, vagyis $e = [1, \dots, 1]^T$;

- $\frac{x}{s}$ az x vektor komponensenkénti osztása az s vektorral, vagyis $\frac{x}{s} = \left[\frac{x_1}{s_1}, \frac{x_2}{s_2}, \dots, \frac{x_n}{s_n} \right]^T$, ahol $s_i \neq 0, \forall 1 \leq i \leq n$;
- \sqrt{xs} az xs elemeiből komponensenkénti gyökvonással kapott vektor, azaz $\sqrt{xs} = \left[\sqrt{x_1 s_1}, \sqrt{x_2 s_2}, \dots, \sqrt{x_n s_n} \right]^T$;
- $diag(x)$ az a diagonálmátrix, melynek főátlóján az x vektor elemei találhatóak, az eredeti sorrendben;
- $\|x\|$ az x vektor euklideszi normája (vagy l_2 normája).

2. A lineáris optimalizálási feladat

Tekintsük az alábbi primál-duál feladatpárt:

$$\begin{array}{ll} \min c^T x, & \max b^T y, \\ Ax = b, & A^T y + s = c, \quad (D) \\ x \geq 0, & s \geq 0, \end{array} \quad (P)$$

ahol A egy m soros és n oszlopos mátrix, b és c pedig m - és n -dimenziós oszlopvektorok.

Feltételezzük, hogy $\text{rang}(A) = m$ és az alábbi belső pont feltétel fennáll mindkét feladat esetén.

1. Feltétel (belső pont feltétel). Létezik (x^0, y^0, s^0) úgy, hogy

$$\begin{array}{ll} Ax^0 = b, & x^0 > 0, \\ A^T y^0 + s^0 = c, & s^0 > 0. \end{array} \quad (\text{BPF})$$

Tudjuk, hogy az önduális beágyazás technikáját felhasználva mindig szerkeszthetünk egy lineáris optimalizálási feladatot úgy, hogy a belső pont feltétel fennálljon. Továbbá, az önduális beágyazásból adódóan $x^0 = s^0 = e$. Ennek alapján $\mu^0 = (x^0)^T s^0 / n = 1$. A belsőpontos algoritmusok általában a centrális utat követik, melyet az alábbi rendszerrel adhatunk meg:

$$\begin{array}{ll} Ax = b, & x \geq 0, \\ A^T y + s = c, & s \geq 0, \\ xs = \mu e, & \mu > 0. \end{array} \quad (1)$$

Ha a belső pont feltétel fennáll, akkor egy rögzített $\mu > 0$ esetén a (1) rendszernek egy egyértelmű megoldása van, melyet μ -centrumnak nevezünk (Sonnevend [5]).

3. A módosított feladatok

Mivel a kezdeti pontok nem megengedett megoldásai az eredeti feladatoknak, az alábbi módosított primál-duál feladatpárt tekintjük:

$$\min \{(c - \kappa(c - A^T y^0 - s^0))^T x : Ax = b - \kappa(b - Ax^0), \quad x \geq 0\} \quad (P_\kappa)$$

$$\max \{(b - \kappa(b - Ax^0))^T y : A^T y + s = c - \kappa(c - A^T y^0 - s^0), \quad s \geq 0\} \quad (D_\kappa)$$

A módosított feladatokra vonatkozó centrális út a következő rendszerrel jellemezhető:

$$\begin{aligned} b - Ax &= \kappa(b - Ax^0), & x &\geq 0 \\ c - A^T y - s &= \kappa(c - A^T y^0 - s^0), & s &\geq 0 \\ xs &= \mu e. \end{aligned} \quad (2)$$

Legyen φ egy folytonosan differenciálható és invertálható függvény, melynek segítségével a centrális utat meghatározó (2) rendszert a következőképpen alakítjuk át:

$$\begin{aligned} b - Ax &= \kappa(b - Ax^0), & x &\geq 0, \\ c - A^T y - s &= \kappa(c - A^T y^0 - s^0), & s &\geq 0, \\ \varphi\left(\frac{x_i s_i}{\mu}\right) &= \varphi(1), & \forall i &= 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (3)$$

A cikk további részében a $\varphi(t) = \sqrt{t}$ esetet tárgyaljuk, és a Newton módszert alkalmazva a (3) rendszerre, elmozdulásvektorokat határozunk meg. Ha x és (y, s) szigorúan megengedett megoldása a (P_κ) , illetve (D_κ) feladatoknak, akkor a következő lineáris rendszerhez jutunk:

$$\begin{aligned} A\Delta x &= 0, \\ A^T \Delta y + \Delta s &= 0, \\ s\Delta x + x\Delta s &= 2(\sqrt{\mu xs} - xs). \end{aligned} \quad (4)$$

A fenti összefüggések alkalmazhatóak arra, hogy egy adott pontból a centrumhoz közelebb kerüljünk.

4. Egy új primál-duál algoritmus

A továbbiakban nem élünk azzal a feltételezéssel, hogy az x és (y, s) vektorok megengedett megoldásai a módosított feladatoknak. A Newton módszert alkalmazva a (3) rendszerre olyan $(\Delta^f x, \Delta^f y, \Delta^f s)$ lépést határozunk meg, amelyre a kapott vektorok a (P_κ) , illetve (D_κ) feladatoknak megengedett megoldásai lesznek. Így az alábbi összefüggéseket kapjuk:

$$\begin{aligned} A\Delta^f x &= \theta \kappa r_b^0, \\ A^T \Delta^f y + \Delta^f s &= \theta \kappa r_c^0, \\ s\Delta^f x + x\Delta^f s &= 2(\sqrt{\mu xs} - xs). \end{aligned} \quad (5)$$

Legyen $v = \sqrt{\frac{xs}{\mu}}$, valamint $d_x = \frac{v\Delta^f x}{x}$ és $d_s = \frac{v\Delta^f s}{s}$. Ezekből következik, hogy

$\mu v(d_x + d_s) = s\Delta^f x + x\Delta^f s$, és a (4) lineáris rendszer a következő skálázott alakban írható fel:

$$\begin{aligned} \hat{A}d_x &= \frac{\theta \kappa}{\mu} r_b^0, \\ \hat{A}^T \Delta^f y + d_s &= \theta \kappa \frac{r_c^0 v}{s}, \\ d_x + d_s &= p_v, \end{aligned} \quad (6)$$

ahol $p_v = 2(e - v)$ és $\hat{A} = \frac{1}{\mu} A \text{diag}\left(\frac{x}{v}\right)$. Bevezetjük a $\delta(xs, \mu) = \frac{\|p_v\|}{2} = \|e - v\|$ jelölést, amelyet a centrális úttól való távolság mérésére használhatunk. Az algoritmus az alábbi módon adható meg.

1. Algoritmus Legyen $\varepsilon > 0$ a pontossági paraméter, $0 < \theta < 1$ a redukciós paraméter, és $\tau > 0$ a centralitási paraméter. Feltételezzük, hogy $x^0 > 0$, $s^0 > 0$ és $x^0 s^0 = \mu^0 e$.

begin

$x := x^0$; $y := y^0$; $s := s^0$; $\mu := \mu^0$; $\kappa := 1$;

while $\max(x^T s, \|b - Ax\|, \|c - A^T y - s\|) \geq \varepsilon$ **do**

begin

$(x, y, s) := (x, y, s) + (\Delta^f x, \Delta^f y, \Delta^f s)$;

$\mu := (1 - \theta)\mu$;

$\kappa := (1 - \theta)\kappa$;

while $\delta(x, s; \mu) \geq \tau$ **do**:

$(x, y, s) := (x, y, s) + (\Delta x, \Delta y, \Delta s)$;

end

end

end.

5. Következtetések

Egy új algoritmust vezettünk be, amely a primál-duál feladat nem megengedett megoldásain keresztül közelíti meg az optimumot. A $\varphi(t) = \sqrt{t}$ függvényt a centrális út nemlineáris egyenleteire alkalmazva határoztuk meg az elmozdulásvektorokat.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Erdélyi Múzeum-Egyesületnek a kutatási munkához nyújtott támogatásért (EME-828.1.4/2012/P.2.).

Irodalom

- [1] Darvay, Zs. New Interior Point Algorithms in Linear Programming, *Advanced Modeling and Optimization*, 2003, 5(1):51-92.
- [2] Karmarkar, N.K. A new polynomial-time algorithm for linear programming, *Combinatorica*, 1984, 4:373-395.
- [3] Roos, C. A full-Newton step $O(n)$ infeasible interior-point algorithm for linear optimization, *SIAM J. Optimization*, 16(4): 1110–1136, 2006.
- [4] Roos, C., Terlaky, T., Vial, J.-P. *Interior Point Methods for Linear Optimization*, Springer, 2006.
- [5] Sonnevend, Gy. An “analytic center” for polyhedrons and new classes of global algorithms for linear (smooth, convex) programming. In A. Prékopa and J. Szelecsán and B. Strazicky (eds.), *System Modeling and Optimization: Proceedings of the 12th IFIP-Conference held in Budapest, Lecture Notes in Control and Information Sciences*, Springer Verlag, Berlin, 1986, 84:866-876.
- [6] Wright, S.J. *Primal-Dual Interior-Point Methods*, SIAM, 1997.
- [7] Ye, Y. *Interior Point Algorithms, Theory and Analysis*, John Wiley & Sons, 1997.

dr. Darvay Zsolt, egyetemi adjunktus,

Mester Ágnes, Papp Ingrid-Magdolna, Takács Petra-Renáta egyetemi hallgatók

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, E-mail: darvay@cs.ubbcluj.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KONVEX KVADRATIKUS OPTIMALIZÁLÁSI ALGORITMUS ÚJ ELMOZDULÁSVEKTORRAL

DARVAY Zsolt, PAPP Ingrid-Magdolna

Abstract

We introduce a new interior-point algorithm for solving convex quadratic optimization problems. We generalize a recent method for linear programming that is based on an algebraically equivalent transformation of the system of equations which defines the central-path. Using Newton steps we obtain new search directions.

Key words:

convex quadratic optimization, primal-dual, search direction

Mathematics Subject Classification (2010): 90C20, 90C51.

Összefoglalás

Egy új belsőpontos algoritmust vezetünk be, amely konvex kvadratikus optimalizálási feladatok megoldására alkalmas. Egy olyan új lineáris programozásra vonatkozó módszert általánosítunk, amely a centrális utat meghatározó egyenletrendszer algebrai átalakításán alapszik. A Newton lépéssel új elmozdulásvektorokat határozzunk meg.

Kulcsszavak:

Konvex kvadratikus optimalizálás, primál-duál, elmozdulásvektor

1. Bevezetés

Informatikai szempontból a mérnöki feladatok három csoportba sorolhatóak: tervezés, analízis és szabályozás. A tervezés folyamatában fontos szerepet kap a megvalósíthatóság, illetve valamilyen (műszaki és gazdasági) szempontból való optimalizálás kérdése. Az optimalizálási problémák megoldására a belsőpontos algoritmusok jól alkalmazhatóak. Például a tömörítő mintavétel esetén konvex kvadratikus optimalizálási feladatokhoz jutunk [6].

Karmarkar 1984-ben publikálta az első lineáris programozásra vonatkozó belsőpontos algoritmust [5]. Az évek során sikerrel alkalmazták ezeket a módszereket a lineáris optimalizálási feladatok megoldására [8, 10], majd általánosították őket a konvex optimalizálási problémákra [2, 7].

A belsőpontos módszerek esetén az elmozdulásvektoroknak egy osztályát a centrális útnak megfelelő rendszer algebrai átalakításával határozhatjuk meg [3]. Ezt a módszert Achache [1] általánosította konvex kvadratikus feladatokra. A [4] cikkben egy lineáris optimalizálásra vonatkozó új algoritmust vezettünk be, sajátos elmozdulásvektorokkal. A továbbiakban ezt a módszert terjesztjük ki konvex kvadratikus optimalizálásra.

A cikk a Collegium Talentum és az Erdélyi Múzeum-Egyesület támogatásával készült. A szerzők köszönetüket fejezik ki a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

2. A kvadratikus optimalizálási feladat

Tekintsük az alábbi primál-duál feladatpárt:

$$\begin{aligned} \min c^T x + \frac{1}{2} x^T Q x, \\ Ax = b, \\ x \geq 0, \end{aligned} \quad (P) \qquad \begin{aligned} \max b^T y - \frac{1}{2} x^T Q x, \\ A^T y + s - Qx = c, \\ s \geq 0, \end{aligned} \quad (D)$$

ahol A egy m soros és n oszlopos mátrix, Q egy n soros és n oszlopos szimmetrikus, pozitív szemidefinit mátrix, b és c pedig m -, illetve n -dimenziós oszlopvektorok és $\text{rang}(A) = m$.

1. Feltétel (belső pont feltétel). Létezik (x^0, y^0, s^0) úgy, hogy

$$\begin{aligned} Ax^0 = b, \qquad x^0 > 0, \\ A^T y^0 + s^0 - Qx^0 = c, \qquad s^0 > 0. \end{aligned} \quad (\text{BPF})$$

A továbbiakban feltételezzük, hogy (BPF) fennáll, amely az önduális beágyazás módszerével mindig megvalósítható. Ebben az esetben $x^0 = s^0 = e$, ahol e az egyesekből álló n -dimenziós vektor: $e = [1, \dots, 1]^T$. A primál-duál feladat optimális megoldását a következő rendszerrel határozhatjuk meg:

$$\begin{aligned} Ax = b, \qquad x \geq 0, \\ A^T y + s - Qx = c, \qquad s \geq 0, \\ xs = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Az első két összefüggést *megengedettségi feltételnek* nevezzük, a harmadikat pedig *komplementaritási feltételnek*. A komplementaritási feltétel biztosítja, hogy a megoldás optimális lesz.

Az xs az x és s vektorok komponensenkénti szorzata, vagyis $xs = [x_1 s_1, x_2 s_2, \dots, x_n s_n]^T$.

Használhatjuk az $\frac{x}{s} = \left[\frac{x_1}{s_1}, \frac{x_2}{s_2}, \dots, \frac{x_n}{s_n} \right]^T$ jelölést is minden x és s vektorra feltételezve, hogy $s_i \neq 0$,

bármely $1 \leq i \leq n$ indexre. A belső pontos algoritmusok általában a centrális utat követik, melyet az alábbi $\mu > 0$ paramétertől függő rendszerrel adhatunk meg:

$$\begin{aligned} Ax = b, \qquad x \geq 0, \\ A^T y + s - Qx = c, \qquad s \geq 0, \\ xs = \mu e, \qquad \mu > 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Ha a belső pont feltétel fennáll, akkor a (2) rendszernek egy egyértelmű megoldása van minden egyes $\mu > 0$ esetén, melyet *analitikus centrumnak* nevezünk (Sonnevend [9]). A centrumok egy folytonos görbét határoznak meg. Ha a μ paraméter nullához tart, akkor a neki megfelelő centrum az optimális megoldás egy adott pontosságú közelítését szolgáltatja.

3. Egy új primál-duál algoritmus

A továbbiakban a [3] cikkben bevezetett módszert követve, a centrális útnak megfelelő nemlineáris összefüggést egy vele egyenértékű alakra hozzuk, majd a Newton módszert alkalmazva új elmozdulásvektorokat határozunk meg. Ennek érdekében tekintsük a pozitív valós számok halmazán értelmezett φ függvényt, melyről feltételezzük, hogy folytonosan differenciálható és invertálható. Ekkor a centrális utat meghatározó (2) rendszer felírható a következőképpen:

$$\begin{aligned} Ax &= b, & x &\geq 0, \\ A^T y + s - Qx &= c, & s &\geq 0, \\ \varphi\left(\frac{x_i s_i}{\mu}\right) &= \varphi(1), & \forall i &= 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (3)$$

A [4] publikációhoz hasonlóan az alábbiakban a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ esettel foglalkozunk. Egy olyan algoritmust határozunk meg, amelynek minden lépésében az $\frac{x_i s_i}{\mu} > \frac{1}{4}$ feltétel fennáll, ezért a φ függvényt is a $t > \frac{1}{4}$ értékekre vizsgáljuk. Bevezetjük a $v = \sqrt{\frac{xs}{\mu}}$ vektort, amelyre a $v > \frac{e}{2}$ összefüggés kell teljesüljön.

A cikk további részében feltételezzük, hogy adott (x, y, s) úgy, hogy $Ax = b$ és $A^T y + s - Qx = c$. Továbbá $x > 0$ és $s > 0$, vagyis x és (y, s) szigorúan megengedett. A (3) nemlineáris rendszerre alkalmazva a Newton módszert az alábbi összefüggéseket kapjuk:

$$\begin{aligned} A\Delta x &= 0, \\ A^T \Delta y + \Delta s - Q\Delta x &= 0, \\ \left(s - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu s}{x}}\right)\Delta x + \left(x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu x}{s}}\right)\Delta s &= \sqrt{\mu x s} - xs. \end{aligned} \quad (4)$$

Egy tetszőleges ξ vektor esetén legyen $diag(\xi)$ az a diagonálmátrix, melynek főátlóján a vektor elemei találhatóak a megadott sorrendben. Bevezetjük a $d_x = \frac{v\Delta x}{x}$ és $d_s = \frac{v\Delta s}{s}$ jelöléseket, illetve legyen $p_v = \frac{2(v-v^2)}{2v-e}$ és $\hat{A} = \frac{1}{\mu} A diag\left(\frac{x}{v}\right)$. Mivel $\mu v(d_x + d_s) = s\Delta x + x\Delta s$ a (4) lineáris rendszer a következő skálázott alakban írható fel:

$$\begin{aligned} \hat{A}d_x &= 0, \\ \hat{A}^T \Delta y + d_s - Qd_x &= 0, \\ d_x + d_s &= p_v. \end{aligned} \quad (5)$$

A centrális úttól való távolság becslését a $\delta(xs, \mu) = \frac{\|p_v\|}{2} = \left\| \frac{v-v^2}{2v-e} \right\|$ mértékkel valósítjuk meg, ahol

$\|\cdot\|$ az euklideszi norma. A fentiek alapján az algoritmust a következő módon adhatjuk meg:

Konvex kvadratikus optimalizálási algoritmus Legyen $\varepsilon > 0$ a pontossági paraméter, $0 < \theta < 1$ a redukciós paraméter, és $0 < \tau < 1$ a centralitási paraméter. Feltételezzük, hogy (x^0, y^0, s^0) teljesíti a belső pont feltételt, $\mu^0 = \frac{(x^0)^T s^0}{n}$ és $\nu^0 = \sqrt{\frac{x^0 s^0}{\mu^0}} > \frac{e}{2}$. Továbbá feltételezzük, hogy $\delta(x^0 s^0, \mu^0) < \tau$.

begin

$x = x^0$; $y = y^0$; $s = s^0$; $\mu = \mu^0$;

while $x^T s > \varepsilon$ **do begin**

$\mu = (1 - \theta)\mu$;

meghatározzuk a $(\Delta x, \Delta y, \Delta s)$ lépést a (4) összefüggés alapján

$x = x + \Delta x$;

$y = y + \Delta y$;

$s = s + \Delta s$;

end

end.

4. Következtetések

A [4] cikkben bevezetett algoritmust általánosítottuk konvex kvadratikus optimalizálási feladatokra. Az új módszer lényege az, hogy a centrális útnak megfelelő nemlineáris egyenletekre a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ függvényt alkalmazzuk, majd egy Newton lépéssel határozzuk meg elmozdulásvektorokat.

Irodalom

- [1] Achache M.: A new primal-dual path-following method for convex quadratic programming, *Computational & Applied Mathematics*, 2006, 25:97-110.
- [2] Boyd S., Vandenberghe L.: *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.
- [3] Darvay, Zs.: New interior point algorithms in linear programming, *Advanced Modeling and Optimization*, 2003, 5(1):51-92.
- [4] Darvay Zs., Felméri Á., Forró N., Papp I., Takács P.: Egy új belsőpontos algoritmus lineáris optimalizálási feladatok megoldására. In Bitay Enikő (szerk.) *Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka XVII.*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2012, 87-90.
- [5] Karmarkar N.K.: A new polynomial-time algorithm for linear programming, *Combinatorica*, 1984, 4:373-395.
- [6] Kim S.-J., Koh K., Lustig M., Boyd S., Gorinevsky D.: An interior-point method for large-scale l_1 -regularized least squares, *IEEE Journal Of Selected Topics In Signal Processing*, 2007, 1(4):606-617.
- [7] Nesterov Y., Nemirovskii A.: *Interior-Point Polynomial Methods in Convex Programming*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1994.
- [8] Roos, C., Terlaky, T., Vial, J.-P.: *Interior Point Methods for Linear Optimization*, Springer, 2006.
- [9] Sonnevend, Gy.: An "analytic center" for polyhedrons and new classes of global algorithms for linear (smooth, convex) programming. In A. Prékopa and J. Szelecsán and B. Strazicky (eds.), *System Modeling and Optimization: Proceedings of the 12th IFIP-Conference held in Budapest, Lecture Notes in Control and Information Sciences*, Springer Verlag, Berlin, 1986, 84:866-876.
- [10] Wright, S.J.: *Primal-Dual Interior-Point Methods*, SIAM, 1997.

dr. Darvay Zsolt, egyetemi adjunktus,

Papp Ingrid-Magdolna egyetemi hallgató

Babeş -Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár

E-mail: darvay@cs.ubbcluj.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

EGY ÚJ RÖVID LÉPÉSES ALGORITMUS KONVEX OPTIMALIZÁLÁSI FELADATRA LINEÁRIS FELTÉTELEKKEL

DARVAY Zsolt, TAKÁCS Petra-Renáta

Abstract

The goal of our research is to generalize a linear optimization primal-dual algorithm for convex optimization problem with linear constraints. After the algebraically equivalent transformation of the system of equations, which defines the central path, we apply Newton's method and we obtain the new search directions.

Key words:

linearly constrained convex optimization, short-step algorithm, primal-dual algorithm

Mathematics Subject Classification (2010): 90C25, 90C51.

Összefoglalás

Kutatásunk célja a lineáris programozás egy primál-duál algoritmusának általánosítása olyan konvex optimalizálási feladatra, amelyben a feltételek lineárisak. A centrális utat meghatározó egyenletrendszer algebrai átalakítása után a Newton módszert alkalmazva, új elmozdulásvektorokat határozunk meg.

Kulcsszavak:

konvex optimalizálás lineáris feltételekkel, rövid lépéses algoritmus, primál-duál algoritmus

1. Bevezetés

A mérnöki és gazdasági feladatok megoldásai gyakran nemlineáris optimalizálási problémákat eredményeznek. Például a jelfeldolgozásra vonatkozó eljárások olyan konvex optimalizálási feladatokhoz vezethetnek, amelyekben a feltételek lineárisak [4].

A lineáris programozási feladatok megoldására Karmarkar 1984-ben közölte [5] belső pontokon keresztül haladó projektív algoritmusát, amellyel megalapozta a belsőpontos algoritmusok fejlődését. A lineáris programozásra vonatkozó eredményekről a [7, 8], konvex optimalizálásról pedig az [1, 6] könyvekben olvashatunk.

A továbbiakban a [3] cikkben bevezetett lineáris programozási algoritmust fogjuk általánosítani olyan konvex optimalizálási problémára, amelyben a feltételek lineárisak. A primál-duál belsőpontos algoritmusoknak a két legtöbbet vizsgált csoportja a rövid lépéses (short-step) és hosszú lépéses (long-step) módszerek. Az általunk bevezetett elmozdulásvektorokkal egy új rövid lépéses algoritmust határozunk meg.

2. A konvex optimalizálás lineáris feltételekkel

Tekintsük az alábbi primál-duál feladatpárt:

$$\begin{aligned} \min f(x) & & \max b^T y + f(x) - (\nabla f(x))^T x, \\ Ax = b, & \quad (P) & A^T y + s - \nabla f(x) = 0, \quad (D) \\ x \geq 0, & & s \geq 0, \end{aligned}$$

ahol A egy m soros és n oszlopos mátrix, $b \in \mathfrak{R}^m$ és $c \in \mathfrak{R}^n$ pedig oszlopvektorok. Feltételezzük, hogy $\text{rang}(A) = m$, az $f : \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}$ egy konvex és kétszer folytonosan differenciálható függvény. A $\nabla f(x)$ az f függvény gradiensét jelöli.

1. Feltétel (belső pont feltétel). Létezik (x^0, y^0, s^0) úgy, hogy

$$\begin{aligned} Ax^0 = b, \quad x^0 > 0, \\ A^T y^0 + s^0 - \nabla f(x^0) = 0, \quad s^0 > 0. \end{aligned} \quad (\text{BPF})$$

A belső pont feltétel az általánosság megszorítása nélkül feltételezhető. Az önduális beágyazásból adódóan $x^0 = s^0 = e$, ahol e a következő n -dimenziós vektor: $e = [1, \dots, 1]^T$.

A primál-duál feladat optimális megoldását az alábbi rendszer adja meg:

$$\begin{aligned} Ax = b, \quad x \geq 0, \\ A^T y + s - \nabla f(x) = 0, \quad s \geq 0, \\ xs = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

ahol xs a komponensenkénti szorzata az x és s vektoroknak, vagyis $xs = [x_1 s_1, x_2 s_2, \dots, x_n s_n]^T$.

Hasonlóan legyen $\frac{x}{s} = \left[\frac{x_1}{s_1}, \frac{x_2}{s_2}, \dots, \frac{x_n}{s_n} \right]^T$, minden x és s vektorra úgy, hogy $s_i \neq 0, \forall 1 \leq i \leq n$.

Az (1) rendszer első és második egyenletét *megengedettségi feltételnek*, az utolsó egyenletét pedig *komplementaritási feltételnek* nevezzük. A továbbiakban a komplementaritási feltételt egy paraméteres egyenlettel helyettesítjük, így a következő rendszert kapjuk:

$$\begin{aligned} Ax = b, \quad x \geq 0, \\ A^T y + s - \nabla f(x) = 0, \quad s \geq 0, \\ xs = \mu e, \quad \mu > 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Ha teljesül a belső pont feltétel, akkor tetszőleges $\mu > 0$ esetén a (2) rendszernek egy egyértelmű megoldása van, melyet μ -centrumnak nevezünk. A különböző paraméterekre kapott μ -centrumok egy folytonos görbét határoznak meg, melyet centrális trajektóriának hívnak. Ha μ tart nullához, akkor ez a centrális út a feladat optimális megoldásához konvergál.

A továbbiakban az elmozdulásvektorokat fogjuk meghatározni a [2] cikkben bevezetett módszerrel, melyet Zhang, Bai és Wang [9] általánosított lineáris feltételekkel rendelkező konvex optimalizálási feladatokra. Ehhez tekintsük az $\mathfrak{R}^+ = \{x \in \mathfrak{R} \mid x \geq 0\}$ felett értelmezett $\varphi : \mathfrak{R}^+ \rightarrow \mathfrak{R}^+$ függvényt, amely a $(0, \infty)$ nyílt intervallumon folytonosan differenciálható, és $\varphi'(t) > 0, \forall t > 0$. Ennek a függvénynek a segítségével a centrális utat meghatározó (2) rendszer a következőképpen alakítható át:

$$Ax = b, \quad x \geq 0,$$

$$A^T y + s - \nabla f(x) = 0, s \geq 0, \quad (3)$$

$$\varphi\left(\frac{xs}{\mu}\right) = \varphi(e), \mu > 0.$$

A fenti összefüggésben a φ függvényt komponensenként alkalmazzuk a paraméterként megadott vektorokra. A Newton módszert használva a (3) nemlineáris rendszerre, a következőt kapjuk:

$$A\Delta x = 0,$$

$$A^T \Delta y + \Delta s - \nabla^2 f(x)\Delta x = 0, \quad (4)$$

$$\frac{s}{\mu} \varphi'\left(\frac{xs}{\mu}\right)\Delta x + \frac{x}{\mu} \varphi'\left(\frac{xs}{\mu}\right)\Delta s = \varphi(e) - \varphi\left(\frac{xs}{\mu}\right).$$

A $\nabla^2 f(x)$ az f Hesse-féle mátrixát jelöli, mely pozitív szemidefinit mátrix az f konvexitása miatt.

3. Új elmozdulásvektorok meghatározása

A továbbiakban a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ esettel foglalkozunk, és egy új módszert adunk meg az elmozdulásvektorok meghatározására. Ebben az esetben $\varphi'(t) > 0$, ha $t > \frac{1}{4}$, így ezentúl $\frac{xs}{\mu} > \frac{1}{4}$ értékekre fogjuk alkalmazni a függvényt. A (4)-es rendszerbe a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ függvényt behelyettesítve a következő összefüggéseket kapjuk:

$$A\Delta x = 0,$$

$$A^T \Delta y + \Delta s - \nabla^2 f(x)\Delta x = 0, \quad (5)$$

$$\left(s - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu s}{x}}\right)\Delta x + \left(x - \sqrt{\frac{\mu x}{s}}\right)\Delta s = \sqrt{\mu x s} - xs.$$

A lineáris rendszer skálázása érdekében bevezetjük a $v = \sqrt{\frac{xs}{\mu}}$ vektort és a következő jelöléseket:

$$d_x = \frac{v\Delta x}{x} \text{ és } d_s = \frac{v\Delta s}{s}. \text{ Így a } \mu v(d_x + d_s) = s\Delta x + x\Delta s \text{ és } d_x d_s = \frac{\Delta x \Delta s}{\mu} \text{ összefüggésekhez jutunk.}$$

Ezek alapján az (5) lineáris rendszer a következő alakban írható fel:

$$\bar{A}d_x = 0,$$

$$\bar{A}^T \Delta y + d_s - \overline{\nabla^2 f(x)}d_x = 0, \quad (6)$$

$$d_x + d_s = p_v,$$

ahol $p_v = \frac{2(v - v^2)}{2v - e}$ és $\bar{A} = \frac{1}{\mu} AXV^{-1}$. Itt egy tetszőleges z vektor esetén Z azt a diagonálmátrixot

jelöli, melynek főátlóján a vektor elemei találhatóak. Emellett $\overline{\nabla^2 f(x)} = \mu VS^{-1}\nabla^2 f(x)VS^{-1}$ Hesse-féle mátrix skálázásából kapott mátrix, mely ebben az esetben szintén pozitív szemidefinit, hiszen a V és S pozitív elemekből álló diagonálmátrixok. Az algoritmust a következőképpen definiálhatjuk.

I. Algoritmus Legyen $\varepsilon > 0$ a pontossági paraméter, $0 < \theta < 1$ a redukciós paraméter. Feltételezzük, hogy (x^0, y^0, s^0) teljesíti a belső pont feltételt, $\mu^0 = \frac{(x^0)^T s^0}{n}$ és $v^0 = \sqrt{\frac{x^0 s^0}{\mu^0}} > \frac{e}{2}$.

begin

$x = x^0; y = y^0; s = s^0; \mu = \mu^0;$

while $x^T s > \varepsilon$ **do begin**

$\mu = (1 - \theta)\mu;$

meghatározzuk a $(\Delta x, \Delta y, \Delta s)$ elmozdulásvektorokat az (5) összefüggés alapján;

$x = x + \Delta x;$

$y = y + \Delta y;$

$s = s + \Delta s;$

end

end.

4. Következtetések

A lineáris programozás egy primál-duál algoritmusát általánosítottuk olyan konvex optimalizálási feladatra, amelyben a feltételek lineárisak. A centrális útnak megfelelő egyenletrendszer algebrai átalakítása után, a nemlineáris egyenletekre a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ függvényt alkalmaztuk. Ezt követően a Newton módszert felhasználva, új elmozdulásvektorokat határoztunk meg.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Erdélyi Múzeum-Egyesületnek a kutatási munkához nyújtott támogatásért (EME-828.1.2/2012/P.2.).

Irodalom

- [1] Boyd S., Vandenberghe L. *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.
- [2] Darvay, Zs. New Interior Point Algorithms in Linear Programming, *Advanced Modeling and Optimization*, 2003, 5(1):51-92.
- [3] Darvay Zs., Felméri Á., Forró N., Papp I., Takács P. Egy új belsőpontos algoritmus lineáris optimalizálási feladatok megoldására. In Bitay Enikő (szerk.) *Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka XVII.*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2012, 87-90.
- [4] Harmany, Z., Thompson, D., Willett, R., Marcia, R.F. Gradient projection for linearly constrained convex optimization in sparse signal recovery. In *17th IEEE International Conference on Image Processing*, 2010, 3361-3364.
- [5] Karmarkar N.K. A new polynomial-time algorithm for linear programming, *Combinatorica*, 1984, 4:373-395.
- [6] Nesterov Y. and Nemirovskii A. *Interior-Point Polynomial Methods in Convex Programming*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1994.
- [7] Roos, C., Terlaky, T., Vial, J.-P. *Theory and Algorithms for Linear Optimization: An Interior-point Approach*. Chichester: John Wiley and Sons, 1997.
- [8] Ye Y. *Interior Point Algorithms: Theory and Analysis*. Chichester: John Wiley and Sons, 1997.
- [9] Zhang M., Bai Y.Q., Wang G.Q. A new primal-dual path-following interior-point algorithm for linearly constrained convex optimization, *J. Shanghai Univ*, 2008, 12(6): 475-480.

dr. Darvay Zsolt, egyetemi adjunktus,
Takács Petra-Renáta egyetemi hallgató
 Babe-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár
 E-mail: darvay@cs.ubbcluj.r



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A MAXIMÁLISAN ÁTHEGESZTHETŐ ILLESZTÉSI HÉZAG VIZSGÁLATA A CLOOS MÍG/MAG ELJÁRÁSAIVAL PA-I VARRATOK ESETÉN

DEBRECZENI Bence

Abstract

My goal is a practical way to determine the size of those gap, which can be weldable with the robot. We will look at what happens in the weld. We developed a technology from the experimental results of the plate's thickness, they are suitable for welding slightly larger joints. The technological parameters should be modified in different cases.

Hardness measurement was carried out, with the result that the plates doesn't harden up too much, which was expected for this material. From the grindings, it can be nicely seen that they were melted in full diameter, The cross-sections of the plate inspected by myself, contains no bubbles. In my view, the adjusted settings can be applied to 7 mm gap.

The results of the experiments require further investigation. I am planning to investigate the microstructure of the material, exploring the particle size in the weld area, detecting the welding's chemical composition of the workpiece welded to the copper shield, not least, improving the welding technology.

Key words:

robotic welding, CLOOS, MÍG/MAG, joint gap

Összefoglalás

Célom, hogy gyakorlati úton meghatározzuk azt a résméretet, ami még áthegeaszthető a robottal. Megvizsgáljuk, mi történik a varratban. A kísérletek eredményéből az adott lemeztvastagságra technológiát dolgoztunk ki, a beállítások megfelelőek, ezek csekély mértékben alkalmasak nagyobb illesztési hézagok áthegeaszására. A technológiai paraméterekeket módosítani kell ettől eltérő esetben.

Végeztem keménységmérést, melynek eredménye, hogy a lemezek nem keményednek fel túlságosan, ami ennél az anyagnál elvárható. A csiszolatokból kiderül, hogy a varratok szépen átolvadtak, megfelelőek, az általam vizsgált keresztmetszetben nem tapasztaltam zárványokat. Megítélésem szerint az adott beállításokkal az alkalmazhatósági határ 7 mm-es hézag.

A kísérletek eredményei további vizsgálatokat igényelnek. Tervezem még a szövetelemek további elemzését, megismerését, a varrat környékén a szemcse méretének felderítését, a rézlemezhez hegesztett munkadarab varrati összetételének pontosabb megismerését, nem utolsó sorban a hegesztés technológiájának tovább fejlesztését.

Kulcsszavak:

robothegeaszés, CLOOS, MÍG/MAG, illesztési hézag

1. Bevezetés

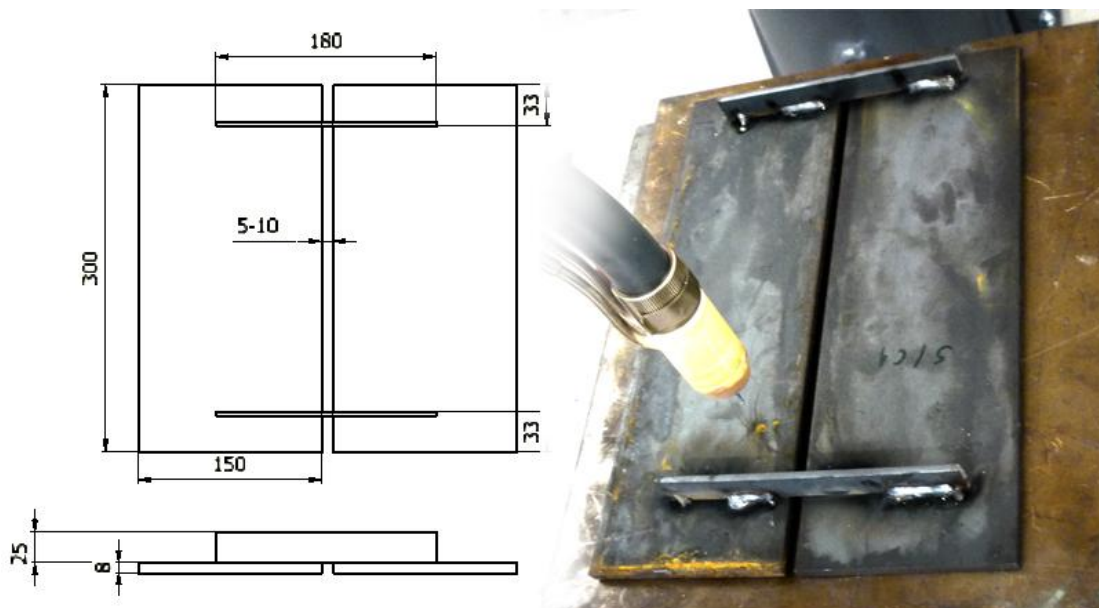
A hegesztést az ember viszonylag új technológiaként tartja számon, mint alkatrészek, alkatrész elemek oldhatatlan kötése. Rendkívül előnyös tulajdonságai és egyszerű alkalmazhatósága miatt ma népszerű a csavarkötés, ragasztás és a kiveszőben lévő szegecskötés mellett. Az iparban széles körben alkalmazott hegesztett szerkezeteket emberek állítják elő. Indokolt viszont hegesztőrobot alkalmazása, ha a munka veszélyes környezetben történik, vagy túl monoton esetleg túl nehéz lenne. Ez a dolgozat a hegesztés terén a MIG/MAG eljárással foglalkozik, azt vizsgálja, hogy mekkora az a maximális távolság (hézag) két lemez közt, amelyet még át lehet hiba nélkül hegeszteni Cloos hegesztőrobottal.

2. MIG/MAG hegesztési technológia

A MIG (Metal Inert Gas) – széndioxid védőgázos ívhegesztés és a MAG (Metal Active Gas) lényege, hogy a technológia során használt áramforrás egyenirányított, hozaganyagot használnak, mely egy dobra felcsévélte, a technológiához kiválasztott vastagságú huzal, többnyire a hegesztendő anyaggal azonos anyag típus. A varrat védelmére védőgázt alkalmaznak, mely vagy egyatomos **semleges**, mint pl. Argon, vagy többatomos **aktív**, mint pl. CO₂. Erre különös figyelmet kell fordítani, mivel hegesztés során az alkatrészek közt kohéziós kötést létesítünk, az anyagot megömlesztjük.[1]

3. Előkészítés, kísérletek, mérések

Az előkészítés mérések sorozatából tevődött össze, az összehegesztendő lemezeket egy sík munkaasztalon tartottunk, a hézagot köztük sablonokkal állítottuk be, melyeket tolómércével mértünk. Ezek után összefűztük őket egy távtartó segítségével, mindeközben gondosan mértünk, ellenőriztük a hézag méretét. Az elkészült munkadarabokról illusztráció az 1. ábrán látható:

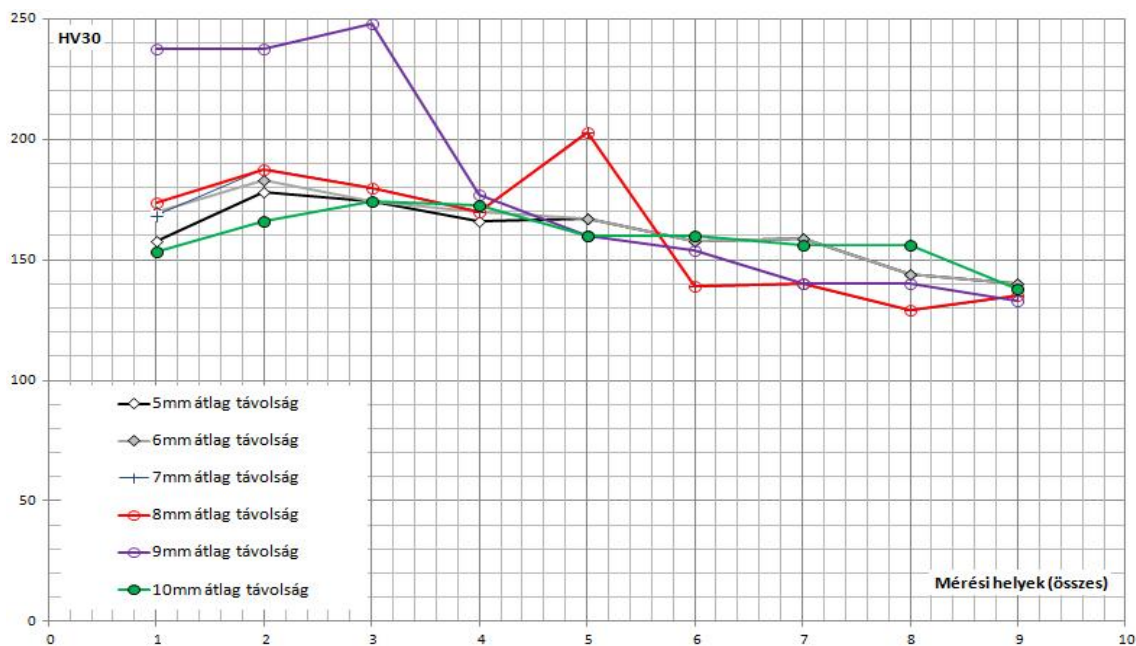


1. ábra: a munkadarab méretei és képe

Összesen 21db ilyen munkadarab készült el. 5mm-es hézaggal 5db, 6,7,8,9mm-es hézaggal 3-3db, 10mm-es hézaggal 4db. Az utolsó munkadarabra nem az ábrán látható távtartók kerültek, hanem egy acéllemez, hosszában a varratok mentén. Nem mindegyik munkadarabot használtuk fel a kutatásunk során, ugyanis kiderült, hogy nagyobb hézagok áthegeztése ezekkel a beállításokkal már nem sikerülhet, a próbálkozás értelmetlen lett volna.

A kísérlet során elsőként 5mm-es hézaggal dolgoztunk. Ezen optimalizáltuk a hegesztési paramétereket. Következtek a 6, 7, 8mm-es hézaggal ellátott lemezek, ezen a ponton még mindegyik munkadarabot meg lehetett hegeszteni. 9mm-nél már extrém hőterhelésnek tettük ki a takarólemezt, melynek következtében a munkadarabhoz hozzákötött. A 10mm-es hézaggal ellátott lemezből a takarólemezeset használtuk fel. Mindegyikből kiválasztottuk a legszebb varratot, és a Bánki gépműhelyében próbatesteket daraboltunk belőlük, melyek felületeit síkba köszörültük, csiszoltuk, és marattuk. Próbatesteinket Vickers keménységmérés szerint mértük.

A mérés eredményeit kiértékeljük, nem volt jelentős keménység növekedés a hőhatás övezetben és a varratban. A rézlemezhez odahegesztett próbatestnél erősebb keménységnövekedést tapasztaltunk. Ennek oka feltehetően a réz belekerülése a varratunkba. Ennek kiderítése további vizsgálatokat igényelne.



2.ábra: diagram szemlélteti a keménységi értékek alakulását a próbatest mentén.

A 2.ábrán látható a mérések eredménye próbatestenként, a mérési helyek balról jobbra távolodnak el a varrattól, és ezek keménységét szemlélhetjük meg.

7. Következtetések / Összefoglaló

Következtetésképpen levontuk, szép varratot 6mm-ig kapunk, felette azt több réteggel fel kéne tölteni, a nem megfelelő alakja végett. Alkalmazhatósági határnak 8mm-t állapítottam meg, melynél még megfelelő az átolvadás. Fölötte nagy kockázattal kellene számolni, erre az esetre új beállítás kipróbálása lenne indokolt. Vizsgálatom során megfigyeltem a varrat, hőhatásövezet, és a távolabbi hőhatásövezetet, keménységet mértem, megállapítottam, hogy számottevő változást nem eredményezett az anyagban a hegesztés, a környezet keménysége 120-160HV körüli. Ez azt jelenti, a technológiánk erre az anyagminőségre ideális. A 9mm-es hézagnál a takarólemezt odakötöttük a munkadarabunkhoz, terveim között szerepel ennek további vizsgálata, hogy milyen hátrányos tulajdonságokat szerzett így a próbatestünk, és ez veszélyeztethetné-e a jövőben a beépítendő alkatrész használhatóságát.

Irodalom

[1] Gáti József, Kovács Mihály: *Kötéstechnológia*, 1999; azonosító: BL-516

Név: **Dr. Kovács-Coskun Tünde**, docens

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki kar,

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8

E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Név: **Debreczeni Bence**, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki kar,

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8

E-mail: bence.857@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BIZONYTALANSÁGOK A HOSSZMÉRÉSTECHNIKÁBAN

DRÉGELYI-KISS Ágota, FÜLÖP Daniella, NAGY Júlia

Abstract

In the XXI. century one of the most important factor of the production is the correct size of pieces. Nowadays there are some measurement system in the world. The measurement system used in Germany is VDA5, and in the USA is QS 9000 MSA. During our research we tried to compare VDA5 and QS 9000 MSA, because these are very different. In the QS9000 main factors are human factor and environmental factor even it is calculating wrong of piece part, but in the VDA5 just the human and environmental factors calculating. We used for our investigation digital micrometer and 10 piece part, and evaluated both by VDA5 and QS9000. At the end of calculations we diagnosed that QS 9000 is more comprehensive and usable than VDA5.

Key words:

QS 9000 MSA; VD5; measurement procedure,

Összefoglalás

A XXI. századi gyártástechnikában a megfelelően végrehajtott és kiértékelt mérési procedúrák ugyanolyan fontossággal bírnak, mint a gyártási folyamat bármely része, hiszen pontatlanul beállított eszközökkel, rosszul legyártott alkatrészekkel nem lehet mit kezdeni. A mai méréstudomány világában a nemzetek mérési kultúrájában számos eltérés van. Ezek az eltérések a különböző értelmezéseken alapulnak. A cikk témája ezen eltérések összehasonlítása, és egyfajta egységes nézet kialakítása.

Cikkünkben 3 féle mérési értékelő rendszert vettünk alapul. A kalibrálandó eszköznek egy digitális kengyeles mikrométert választottunk, és ennek pontosságát egy akkreditált mérő laboratóriumban elvégeztettük, aminek eredményeit egy általunk végzett képesség vizsgálattal megerősítettük, valamint az iskolai mérőlaborban az amerikai QS9000 MSA többlet- követelmény szerint, ill. a VDA5 német autóiipari többletkövetelmény szerint végeztük.

Kulcsszavak:

QS 9000 MSA; VD5; kalibrálási eljárás

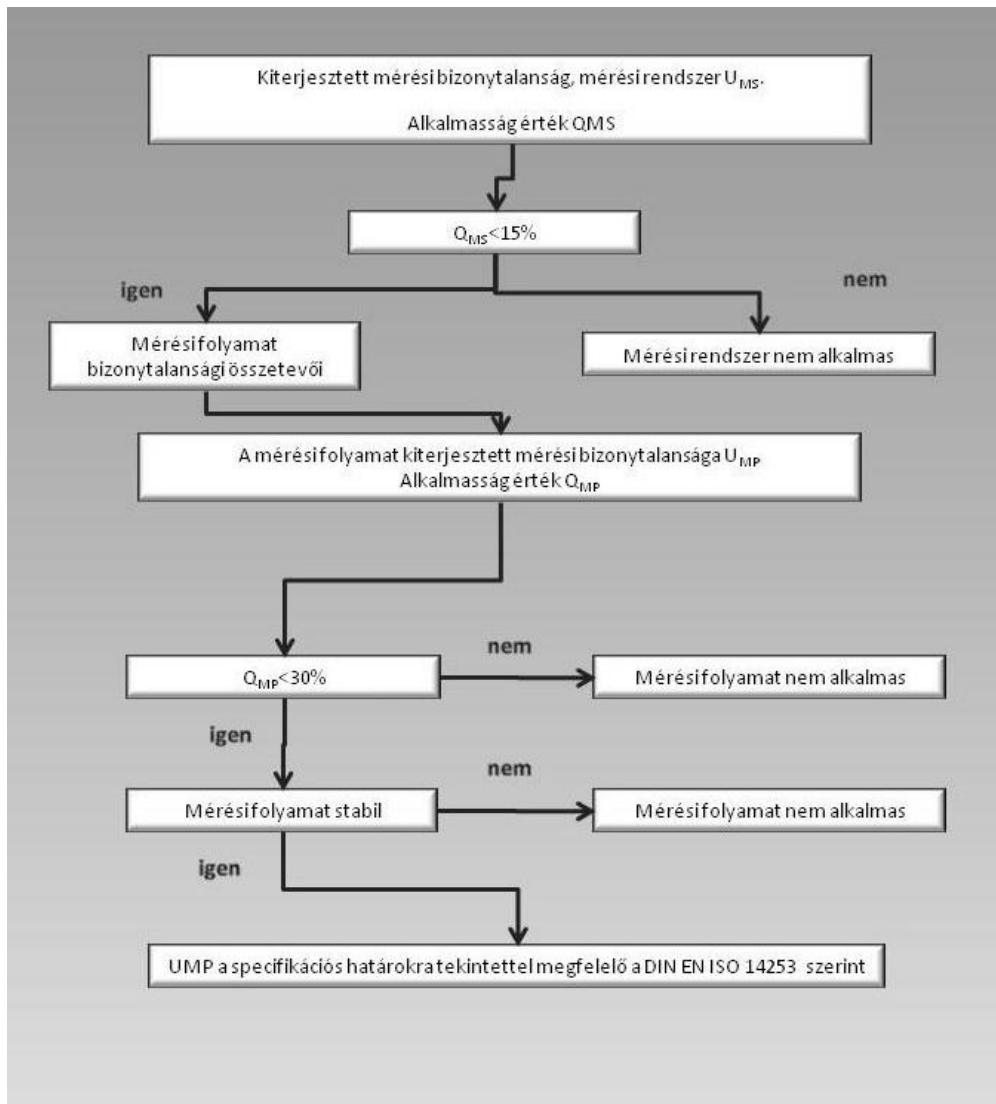
1. Bevezetés [1]

Cikkünkben megpróbáljuk rávilágítani a hosszmeréstechnika számunkra legégetőbb kérdéseire. Vizsgálódásaink során 4 féle mérési rendszer kiértékelését vettünk alapul. Gyakorlatilag mindegyik egyfajta kalibrálást jelent, hiszen a kalibráló laboratóriumokban a mérőeszköz alkalmasságát igazolják, addig az ipari gyakorlatban ez a mérőeszköz segít meggyőződni a gyártás megfelelőségéről. Ezen feldolgozásunkkal megpróbálunk rávilágítani arra a tényre, hogy az egyértelmű megfelelőség és nem megfelelőség igazolásához szükség lenne egy egységes minősítőrendszerre.

2.A különböző eljárások összehasonlítása

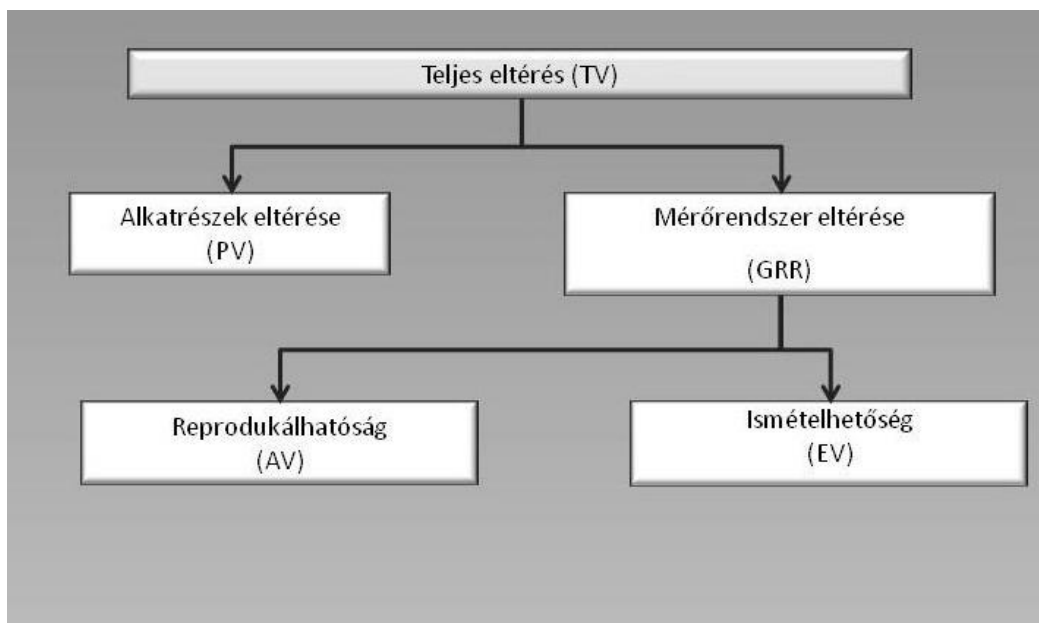
A kalibrálás során a mérőeszköz ismétlőképességét és linearitását vizsgáljuk, a német és amerikai autóiipari többletkövetelmény során vizsgáljuk ugyancsak a mérőeszköz ismétlőképességét, de előtérbe kerülnek a környezeti tényezők és az emberi tényezők is. Összehasonlítva a német illetve amerikai többletkövetelményt ugyanarra a tényre jutunk, mégpedig, hogy megfelel a mérőrendszer. A német mérési kultúrában erre egy bonyolult és hosszadalmas, sokszor nehézkes úton jutunk el.

A német autóiipari többletkövetelmény szerint megkülönböztetünk mérési rendszert és folyamatot. A mérési rendszer alkalmassága nélkül nem beszélhetünk mérési folyamat alkalmasságról. Mérési rendszer alkalmasság vizsgálat esetén meg kell vizsgálni a mérőkészülék felbontóképességét, majd a maximálisan megengedhető hibát. Ebből az értékből 3 féle módszerrel juthatunk el a mérési rendszer bizonytalanságához, majd a kiterjesztett mérési bizonytalansághoz illetve az alkalmasság megállapításához. A következő folyamatábra a mérési folyamat alkalmasság megvizsgálásának lépéseit szemlélteti.



3.ábra. VDA5 mérési folyamat alkalmassága [2]

Az amerikai szabvány szerint egy egyszerű és letisztult alkalmazás vizsgálatát találunk.



1.ábra. Az eltérések forrásainak felosztása R&R vizsgálat esetén [3]

Amint azt bemutattuk a két eljárás összetettsége közel sem azonos.

Érdekes azonban megemlíteni, hogy az amerikai többletkövetelmény szerint is vannak kiskapuk, a munkadarab szórásának növelése, mellyel tudják befolyásolni a végeredményt.

A VDA5 talán legszembetűnőbb kiskapuja az MPE értéke. MPE jelenti a maximálisan megengedhető hiba értékét melyet a mérőeszköz gyártó cég közöl az eladás során, számításaink során a QMP értéke ott volt a legnagyobb ahol ezt a fix, a cég által közölt értéket használjuk, tehát ha azt mondjuk, hogy nem ismert ez az érték jobb eséllyel lesz a teljes rendszer és folyamat megfelelő.

A cikk elkészítése során szembetűnő volt az a tény is, hogy a VDA5 elsiklik egy nagyon fontos jellemző felett, mégpedig a gyártott alkatrészek eltérésein. Az MSA-ban fix helyet tölt be a PV értéke, vagyis a munkadarab hibája, de a VDA5-ben nincs említés erről az eltérésről, csak a tűrésmezőt veszi alapul.

3.Összefoglaló

Összegzésként leszűrhetjük azt a következtetést, hogy a VDA5 egy nagyon nehezen érthető és kezelhető mérési rendszer, míg az MSA egy sokkal inkább felhasználó barát kiértékelés. Egy dologról azonban nem feledkezhetünk meg, mégpedig, hogy a mérés technika világában mind a mai napig további rengeteg kérdés merül fel, melyek megválaszolása több szálon indulhat el többféle eredményt produkálva.

4.Irodalomjegyzék

- [1] Lukács Gábor, Drégelyi-Kiss Ágota: Mérőeszközök alkalmassági vizsgálatai, GYÁRTÓESZKÖZÖK, SZERSZÁMOK, SZERSZÁMGÉPEK 9:(1) pp. 69-72. (2004)
- [2] VDA Qualitätmanagement in der Automobilindustrie 5, Prüfprozesseigung , 2. vollständingüberarbeiteteAuflage 2010
- [3] QS9600:Measurement Systems Analysis, ReferenceManual , FourthEdition, June 2010

Fülöp Daniella,hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8

Telefon / Fax: 0616665415

E-mail: f.daniella92@gmail.com

Nagy Júlia,hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8

Telefon / Fax: 0616665415

E-mail: pityorka258@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

PORFESTÉSI FOLYAMAT FEJLESZTÉSE KÍSÉRLETTERV SEGÍTSÉGÉVEL

DRÉGELYI-KISS Ágota, KRIZSÁN József

Abstract

The improvement of the powder coating technology was made on a new equipment to increase the capacity of the firm dealt with sheet presswork. During our task a stable process was built to the new equipment in order to reach the product the requirements. The equipment works for a multinational firm dealt with making agricultural machines.

The manufacturing process, the powder coating process are affected by several factors so to analyse the production process the number of the experimental runs should be many. To decrease the number of experimental runs and to take into account the possible interactions between the factors design of experiments techniques was used. Therefore our aim is to make a Taguchi-type experimental design to determine the optimal setting of controllable factors and the effects of the factors of the powder coating process.

Key words:

powder coating, design of experiments, process improvement

Összefoglalás

Lemzalakítással foglalkozó cég kapacitásbővítés miatt új porfestő berendezést implementált a gyártástechnológiájába. Munkánk célja az, hogy egy stabil folyamatot építsünk ki az új berendezéshez, amellyel az előállított termék biztosan kielégíti a vele szemben támasztott követelményeket. A berendezés nagy számban egy mezőgazdasági gépet előállító multinacionális vállalat részére beszállított alkatrészek felületkezelését végzi. A bevonattal szemben rengeteg követelmény van támasztva, így igen sok kívánalomnak kell teljesülnie.

A gyártási folyamatot, a porfestési műveletet számos faktor befolyásolja, ezért minden hatás külön-külön történő értékeléséhez sok kísérleti beállításra lenne szükség. Azért, hogy a kísérletek számát csökkentsük, és az esetleges kölcsönhatásokat is figyelembe vehessük, tervezett kísérletekkel térképeztük fel a folyamatokat. Célunk tehát az, hogy Taguchi-féle tervezett kísérletek segítségével meghatározzuk a beállítandó paraméterek optimális értékét, és feltárjuk a folyamatra ható tényezők hatásait.

Kulcsszavak:

porfestés, kísérletterv, folyamatfejlesztés

1. Bevezetés

Egy, a cégünk által gyártott termék felületkezelését új porfestő berendezéssel valósítjuk meg a gyártási folyamatban. A termék vevője egy multinacionális mezőgazdasági gépeket gyártó cég. A termék beépülésének helye a betakarítandó termény levágására, terelésére szolgáló vágóasztalon helyezkedik el, az alkatrész funkciója szerint pedig a levágott szalmaszál termény ezen a lemezen csúszik a gyűjtő csiga irányába. Mindezek miatt a bevonatra vonatkozóan számos követelménynek teljesülnie kell. Legyen jó kopásálló, hajlító igénybevételnek álljon ellen. Nagy felülete ellenére legyen könnyű a bevonat és korrózió állóság szempontjából legyen erős, mivel az eszköz általában a szabadban kerül tárolásra. A porfestési folyamatot befolyásoló faktorok meghatározása során az alábbiakat találtuk:

- Az alkatrész alakja
- Az alkatrész szennyezettsége
- Az alkatrész tárgyhőmérséklete
- A berendezés hőmérséklete
- Páratartalom
- Külső hőmérséklet
- Az alkatrészen lévő szennyeződés összetétele
- A lemez hengerlése
- A berendezés pályasebessége
- A beégető kemence hőmérséklete
- A festék vastagsága
- A zsirtalanító fürdő hatásfoka
- Az üzemben lévő levegő hőmérséklete
- A porfesték tárolási hőmérséklete
- Az alapozó típusa
- Az alapozáskor használt előkezelése
- Környezeti hőmérséklet
- A berendezést kezelő személyzet
- A lemez felületén lévő kezdeti korróziós nyomok
- A por hőmérséklete
- Az alkatrész távolsága a gázégőktől.
- Beégetési hőmérsékleten tartott időtartam.
- A levegő nyomása a rendszerben
- A leszáritó kemence hőmérséklete
- A zsirtalanító fürdő hőmérséklete
- A porfesték raktárban töltött ideje
- Az alapozó festékréteg vastagsága

A gyártási folyamat vizsgálatát a rétegvastagság méréssel, mint kimeneti paraméterrel határoztuk meg. A fentebb felsorolt porfestést befolyásoló tényezőkből ki kellett választani azon faktorokat, amelyet hatását a kimeneti paraméterre vizsgálni kívánjuk. Ezek a következők:

- (F1) Pályasebesség: ez határozza meg az alkatrész egyes kezelőkben töltött idejét, illetve a beégető kemencében töltött időt.
- (F2) Beégetési hőmérséklet: A beégető kemence hőmérséklete. (Nem a tárgyhőmérséklet. Ezt egy speciális műszerrel lehetséges mérni.)
- (F3) Rétegvastagság: Az alkatrészre felvitt por mennyisége határozza meg.
- (F4) A porfesték „kora”: A festékpork raktárban eltöltött ideje.
- (F5) Alapozó festékbevonat típusa: Milyen alapozóréteg került felhordásra az alapfémre.

2. Anyagok és módszerek

2.1. Alapanyag és mérési eljárás

A mintalemezek méretei a vevő által előírt 109 X 180 mm méretben készültek, DC04 anyagminőségű 1,00 mm vastagságú hidegen hengerelt acéllemezből. A lemezek elkészítése során ugyan olyan hatások és szennyeződések érték, mint a termékek során előforduló lehetséges szennyező hatások.

A lemezek alapozását a FERZOL Kft. partnerei végezték el, ugyan olyan körülmények közt, mint ahogy a gyártott termék esetében is teszik. A bevonatok nem különböznek a széria gyártáskor használtakal.

A festék rétegvastagság meghatározása MSZ EN ISO 2808:2007 [2] szerint történt, DeFelsko PosiTector 6000 rétegvastagság mérő segítségével. Mivel egyes lemezek alapozó réteggel lettek ellátva, így a méréseket követően az értékeket korrigálni kellett. Mintalemezenként 5 mérési pontot jelöltünk ki.

2.2. Kísérletterv

A tervezett kísérleteket 5 faktorra végeztük el, mindegyik faktort 3 szinten értelmeztünk, ahogy ez látható az 1. táblázatban.

1. táblázat. Szabályozható faktorok beállítási értékei az egyes szinteken

	1. szint	2. szint	3. szint
F1: Pályasebesség	0,6 m/min	0,9 m/min	1,2 m/min
F2: Beégető kemence hőmérséklete	160 °C	180 °C	200 °C
F3: Rétegvastagság	40 µm	80 µm	120 µm
F4: Tárolási idő	≥ 1 hét	≥ 15 hét	15 hét ≤
F5: Alapozó réteg	Nincs	KTL	Porfestés

Amennyiben teljes kísérlettervet szeretnénk elvégezni, azaz minden faktort minden szinten ismételt mérésekkel vizsgálánk, akkor 35=243 kísérlet lenne szükséges a vizsgálathoz. Tervezett, és részfaktortervekkel viszont lényegesen kevesebb kísérlettel meghatározható az egyes, kimeneti paramétert befolyásoló faktorok hatásai. 5 db, 3-szintes faktor esetében Taguchi-féle L27-es tervet [1] használva, 27 kísérleti beállításból optimalizálható a rétegvastagság értéke.

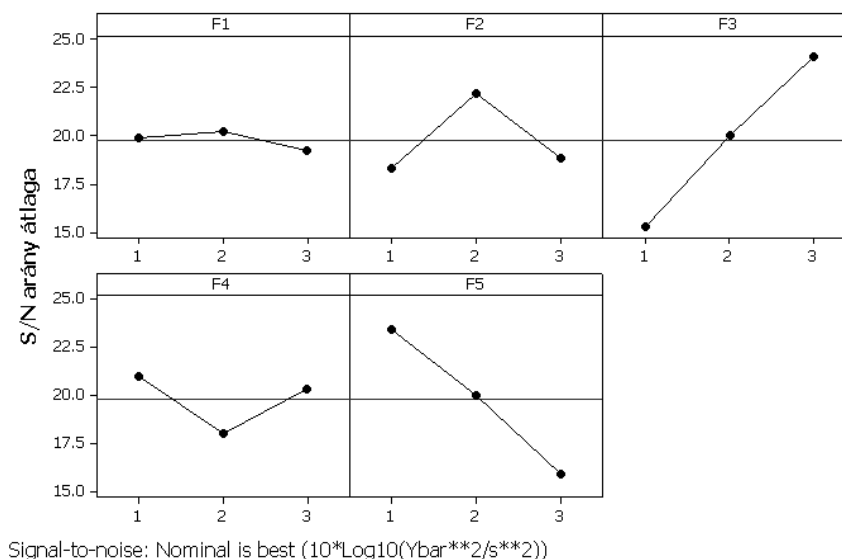
3. Eredmények és értékelésük

A tervezett 27 kísérletet az előírásoknak megfelelően elvégeztük, minden lemezen 5 ismételt mérést végrehajtva. Az S/N viszony megmutatja (1. ábra), hogy milyen beállítás optimális az egyes faktorok szintjeire a vizsgálat faktortérben. Minél nagyobb ez az érték, annál jobb az adott faktor beállítása.

Az optimális beállításokat az egyes faktorok S/N viszonyának maximális értéke határozza tehát meg, vagyis a kísérletekből kitűnik, hogy a pályasebesség értékei nagyon nem befolyásolják, a beégető kemence hőmérsékletét 180 oC-on kell tartani, az alkatrészre felvitt por mennyiségét maximális értékre, 120 µm-re kell állítani. A tárolási idő 1 hét és 15 hét időtartam között optimális, az alapozó réteg pedig nem szükséges.

Voltak olyan esetek, mikor az alacsony rétegvastagság nem okozott teljesen egységes bevonatot a felületen. A széleken statikásodás volt tapasztalható, ott szinte teljesen látható maradt az alapozó réteg. Gyakorlatilag azonos jelenség játszódik le, mint természetes mágnesek mentén. Ez az alkatrészek esetén nem megengedhető, így hiába engedi meg a vevői szabvány az alacsony rétegvastagságot

fedőréteg esetén, nem alkalmazható az. Ebből a jelenségből jól látható, hogy az optimális alkalmazható rétegvastagság alapozott lemezek esetén 80 µm.



1. ábra. Jel/zaj viszony alakulása a kísérletek során

4. Következtetések

Cikkünkben egy porfestő berendezésre ható faktorok hatásait tártuk fel. Tervezett kísérletekkel az egyes faktorok hatásai jól megmutatkoztak, és segített a Kft.-nek felállítani azt az ellenőrzési rendszert, amellyel ezek felügyelete megoldható. A kísérletek végrehajtásával sikerült megtalálni azt az optimális beállítási értéket az egyes faktorokra, melyekkel a termék legjobban kielégíti a vele szemben támasztott igényeket.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. (TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások)

Irodalom

- [1] Genichi Taguchi, Subir Chowdhury, Shin Taguchi – Robust Engineering (McGraw-Hill) 1999
- [2] MSZ EN ISO 2808:2007 - Festékek és lakkok. A rétegvastagság meghatározása

Drégelyi-Kiss Ágota, PhD

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát
Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet
Cím: H-1081, Budapest, Népszínház utca 8.
E-mail: dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu

Krizsán József

Munkahely: FERZOL Lemezmegmunkáló Kft.
Cím: H-2769, Tápiószőlős, Ceglédi út 15.
Telefon/Fax: +36-1-585-081
E-mail: Jozsef.Krizsan@ferzol.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HIDEGALAKÍTÁS HATÁSA A LÁGYACÉLOK SZÖVETSZERKEZETÉRE

FÁBIÁN Enikő Réka

Abstract

The microstructure of the hot rolled low carbon steel with high cooling temperature is formed from ferrite and large massive carbides. Up to 31% reduction of thickness no significant changing in the microstructure was observed, but already after $\varepsilon=12\%$ it could be discern a few cracks in some of the carbides. The texture intensity in ferritic matrix in which normal direction of rolling is the normal of $\{111\}$ plane ($\langle 111 \rangle \parallel \text{ND}$ texture) increases till $\varepsilon \approx 31\%$. After $\varepsilon=37\%$ were observed numerous fragmented carbides and microcavities between them. The intensity of $\langle 111 \rangle \parallel \text{ND}$ texture decrease comparing with the texture of specimen after $\varepsilon=31\%$. At $\varepsilon=51\%$ each coarse carbide has become fragmented. As the fragmentation of the carbides increase in number the randomly oriented measured points quantity increase. After $\varepsilon=51\%$ the intensity of the $\langle 111 \rangle \parallel \text{ND}$ texture increases.

Key words:

Low carbon steel, , ferrite, carbide, microcavities

Összefoglalás

Az EK2 minőségű acéllemez hideghengerlésekor kezdetben (0-30 %) a ferrit szemcsék alakjában, méretében változás nem tapasztalható, de a ferritszemcse határon levő masszív karbidokban repedések már relatív kismértékű alakváltozások után is láthatók. $\varepsilon_z \sim 20\%$ -nál a karbidok 10%-ban van törés. $\varepsilon_z \sim 51\%$ -nél gyakorlatilag az összes masszív karbid töredezett. A kezdeti alakváltozások hatására a hengerelt felülettel párhuzamos mintalemezek normálisa szerinti (111) orientációjú relatív pólusűrűség ($\langle 111 \rangle \parallel \text{NI}$) mennyisége nőtt (0-30%), ám a további alakítások után az egyre nagyobb mennyiségű karbid töredezésével az előbbi tendencia megváltozik. Miután gyakorlatilag az összes karbid már töredezett ($\varepsilon_z \sim 51\%$), az $\langle 111 \rangle \parallel \text{NI}$ jellegű texturáltság ismét erősödő tendenciát mutat.

Kulcsszavak:

ferrit, karbid, mikroüreg, hengerlés, kis karbontartalmú, ötvöztelen lágyacél

1. Bevezetés

Pikkelymentes zománcozásra az ötvöztelen kis karbontartalmú acéllemezek közül csak a nagy hőmérsékleten csévélt, majd hidegen hengerelt és lágyított acéllemezek alkalmasak [1]. Ismert, hogy melegen hengerelt állapotban a kis hőmérsékleten ($T < 700^\circ\text{C}$) csévélt kis karbontartalmú, ötvöztelen acéllemez szövetszerkezete ferrit perlites [2], míg a nagy hőmérsékleten ($T = 730^\circ - 760^\circ\text{C}$) csévélt kis karbontartalmú, ötvöztelen acéllemez szövetszerkezetét a ferrit mellett masszív vaskarbidok jellemezik [3]

Inoue és Kinoshita. [4] vizsgálták a ferrit-perlites acélok alakváltozásának mechanizmusát 0,05-0,91 % C-tartalmú mintákban. A C=0,05% karbontartalmú acélokban a perlitben az üregképződést $\varepsilon=65\%$.

($\phi_t=0,75$ –él) jelölték ki. Verő Balázs [5] kimutatta, hogy a kis hőmérsékleten csévelt minták perlitjében az eltöredezett cementit lemezek közötti területet a ferrites mátrix teljesen benövi 50 %-os alakváltozás után. Porter, D.A. és társai [6] kimutatták, hogy finomlemezes perlitben (90 nm-es lemeztávolság) a cementit folytonosságának megszűnése következtében kialakuló mikroüregek begyógyulnak a későbbi alakváltozások során. Csak egészen durva (400 nm-es lemeztávolságú) perlit cementitlemezekéinek töredezése hozhat létre stabilis mikroüregeket.

2. Kísérleti anyag

A vizsgált lágyacéllemez alapanyagát a Dunafer Rt-nél LD konverterben állították elő, majd a folyamatosan öntött brammát öntött 6 állványos meleghengersonon hengerelték. A lemez csévélési hőmérséklete 730°C volt. A vizsgált lágyacéllemez vegyi összetételét 1. táblázatban láthatjuk.

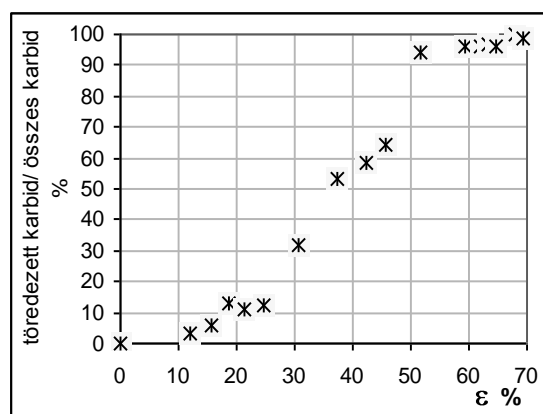
1. táblázat. A vizsgált acélok vegyi összetétele

Minőség	Kémiai összetétel [%]								
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al
EK2	0.05	0.21	0.008	0.012	0.016	0.05	0.037	0.026	0.038

A meleghengerezelt lemezekből 40x210 mintalemezeket vágtam és ezeket laboratóriumi körülmények között duo hengerállványon hidegen hengereltem. A vizsgálati minták szövetszerkezetét, Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal vizsgáltam a hengerlés irányba eső, az arra merőleges, és a felülettel párhuzamos síkban. Ferritszemcsék orientációjának, a kis és nagyszögű szemcsehatároknak a vizsgálata Philips XL-30 pásztázó elektronmikroszkópra szerelt EDAX-TSL-el történt

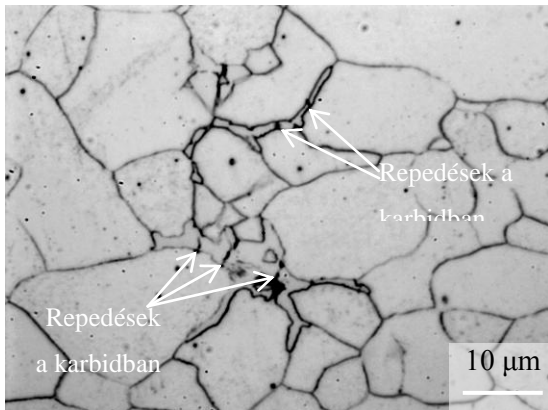
3. Vizsgálati eredmények és azok értékelése

Az acélminták zárványtartalma nem volt számottevő. A kezdeti alakváltozások során a ferritszemcse-méret, karbidok alakja nem változott a melegen hengerelt állapothoz képest, de már 12%-os lemezvastagságbeli fogyás után találtam olyan karbidot, amelyekben repedések keletkeztek. Az alakváltozás mértékének fokozásával a megrepedt, majd eltöredezett karbidok száma növekedett $\epsilon \sim 25\%$ -nál $\sim 15\%$ körülire nőtt a megrepedt karbidok aránya, az $\epsilon=31\%$ -ban alakított mintánál már a karbidok 32%-ában találtam repedést. $\epsilon=37\%$ után a megrepedt

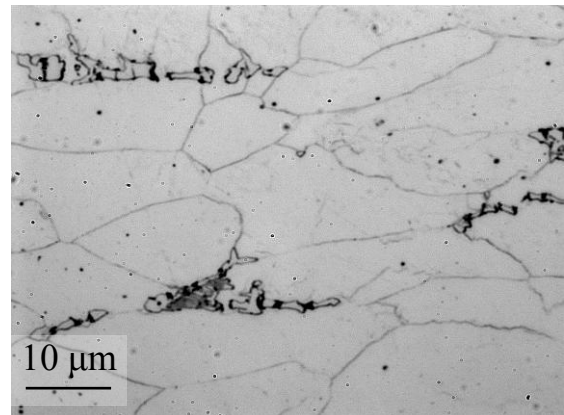


1 ábra. A töredezett karbidok számaránya az alapanyagban fellelhető karbidokhoz viszonyítva, az alakváltozás mértékének függvényében.

illetve töredezett karbidok aránya 50% fölé emelkedett. ~ 52%-os vastagságirányú fogyás után gyakorlatilag az összes karbidban tapasztalhatunk repedéseket. A ferrit szemcsék alakjában kezdetben semmi változást nem lehetett kimutatni fénymikroszkópos vizsgálatok során. Csak $\epsilon=31\%$ után lehetett először felfedezni a hosszirányú csiszolaton a ferrit szemcsék nyújtottságát. $\epsilon=42\%$ -os mérnöki alakváltozás után a ferrit szemcsék nyújtottsága a hosszirányú csiszolaton számos szemcsében elérte a 4:1 arányt, de igazán erőteljessé csak $\epsilon=60\%$ -körül vált, ahol a ferrit szemcsék nyújtottsága lapcsiszolatokon is elérte a 2:1 arányt(3. ábra).



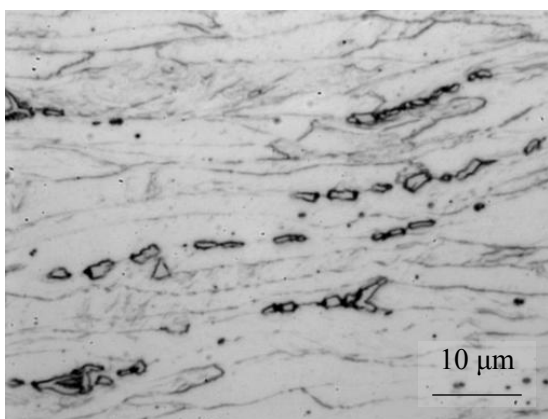
2. ábra. Karbidok repedésekkel 12%fogyás után. Hengerlési felülettel párhuzamos csiszolat



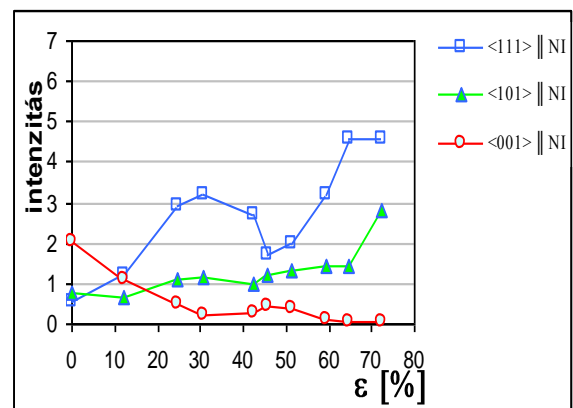
3. ábra Töredezett karbidok, nyújtott ferrit szemcsék ~62%fogyás után. Hengerlési felülettel párhuzamos csiszolat

68% vastagságirányú fogyás után az összetöredezett karbidok sorokba rendeződnek. Mikroüregek a közeli karbidok között illetve a karbidok végeinél találhatóak(4. ábra). Az erőteljesen nyújtott ferritszemcsékben 70% feletti fogyást elszenvedett mintáknál a hengerlési iránnyal kb. 35°-os szöget bezáró nyírási sávok láthatóvá váltak optikai mikroszkópon.

Orientációs vizsgálatokat a hengerlési felülettel párhuzamos csiszolatokon végeztem. A textúra jelenlétét a textúra intenzitásával (pólussűrűséggel) lehet számszerűsíteni, ami azt mutatja meg, hogy adott orientáció hányszor nagyobb valószínűséggel fordul elő a véletlenszerű orientációhoz képest. A vizsgálatok során azt tapasztaltam, hogy a melegen hengerelt szalag szövetszerkezete izotróp. A kiválasztott minták textúra-intenzitását az alakváltozás függvényében az 5. ábra mutatja.



4. ábra. Sorokba rendeződött karbidok, nyújtott ferritszemcsék $\epsilon = 70,6\%$. Hosszirányú csiszolat.



133 5. ábra. Az EK2 acéllemezek hideghengerlésekor kialakuló textúrája

A hengerelt minták orientációs vizsgálata során azt tapasztaltam, hogy a kezdeti alakváltozások hatására a hengerelt felülettel párhuzamos mintalemezek normálisa szerinti (111) orientációjú textúrák (továbbiakban $\langle 111 \rangle \parallel \text{NI}$) mennyisége nőtt (0-30%), ahogy azt korábbi irodalmi adatok alapján elvártuk, ám a további alakítások után, az egyre nagyobb mennyiségű karbid töredezésével az előbbi tendencia megváltozott. Miután gyakorlatilag az összes karbid már töredezetté vált ($\varepsilon_z \sim 51\%$), az $\langle 111 \rangle \parallel \text{NI}$ jellegű texturáltság ismét egyre határozottabbá vált

A hengerlés során a karbidok töredezésének hatására bekövetkező ferritszemcsék orientációs izotrópiára való „törekvése” hasonlatos a Cock és társai [7] által, az én vizsgálati anyagomhoz hasonló anyagon tapasztalt, hőkezelés során lejátszódó folyamatokhoz. Cock és társai úgy találták, hogy lágyítás után a karbidok környezetében, a karbidok mellett a ferritszemcsék izotróp jellege uralkodik, míg a ferrites környezetben még jól látható anizotrópia marad

4. Következtetések

Az EK2 minőségű acéllemez hideghengerlésekor a masszív karbidokban repedések már relatív kismértékű alakváltozások után is kialakulnak. Az alakváltozás fokozásával egyre több karbidban jelenik meg repedés. $\varepsilon_z \sim 51\%$ -nál gyakorlatilag az összes ferritszemcse határokon levő masszív karbid töredezetté válik. A töredezett karbidok mennyiségi növekedésének anizotrópia csökkentő hatása van.

Irodalom

- [1] http://www.arcelormittal.com/fce/repository/Brochures/Enamelledsteel_brochure_FR.pdf
- [2] Fábíán Enikő Réka: *Az S235JRG minőségű melegen hengerelt acéllemez hidrogén –átbocsátó képessége és szövetszerkezete* E. M. E. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka IX., 2004; 51. oldal
- [3] G. Erdem, Y. Taptik: *Effect of Hot Rolling Conditions to Produce Deep Drawing Quality Steels for Continuous Annealing Process*; Journal of Materials Processing Technology 170, 2005, p.18
- [4] T. Inoue, S Kinoshita, Trans J. Iron Steel Inst vol 17 , 1977 pp. 245-251
- [5] Verő Balázs: *A pikkelyesedésre nem hajlamos acéllemezek gyártás-technológiájának fémtani háttere*, MTA doktori értekezés, Budapest, 1994-; 91oldal.
- [6] D.A. Porter ; K.E. Easterling ; G.D.W. Smith: *Dynamic studies of the tensile deformation and fracture of pearlite*, Acta Metallurgica, 1978, vol26, 1405-1422
- [7] T. De Cock, C. Capdevila, F. G. Caballero and C. Garcia de Andrés: *Global recrystallization model of low carbon sheet steels with different cementite contents*, Mat. Sci and Eng. A vol519; 2009; p.14

Dr. Fábíán Enikő Réka, egyetemi adjunktus

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem/ Anyagtudomány és Technológia Tanszék

1111 Budapest, Bertalan Lajos u 7. MT épület

e-mail: fabianr@eik.bme.hu; telefon: 00-36-1-463 2836



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATAINK A FELSŐ-TISZA MÁRAMAROSI VÍZGYŰJTŐJÉN

FÓRIÁN Sándor, KOVÁCS Enikő, SZABOLCSIK Andrea

Abstract

The River Tisza is one of the longest and nicest River for Hungarians. We have visited Subcarpathia more than once with my friends and we were mesmerized by its high mountains, beautiful landscape and the view of the River Tisza. Since water protection is very important so we have decided to start our water quality measurements close to the source. The investigation of the ecological factors persuaded me to exam the pollution level and the status bed of the river. Based on this, our aim was to exam the water samples and the measured data to be able to determine the status of the river. We have concluded the limit values based on the **10/2010.(VIII.18.) VM** government appreciate on the water pollution results..

Key words:

Subcarpathia, River Tisza; water quality measurements, analytical examinations, water pollution

Összefoglalás

A Tisza folyó a magyarság egyik legnagyobb, és legszebb folyója. Többször is elutaztunk Kárpátaljára, ahol a magas hegyek, gyönyörű táj és a kanyargó Tisza látványa megbabonázott. A víz védelme nagyon fontos, ezért is határoztuk el, hogy a határon túl kezdjük vízvizsgálatainkat, és egészen addig utazunk, ahol a Tisza forrása van. Ukrajnában az ökológiai viszonyok érdekessé tették számunkra, hogy megvizsgáljuk a folyó szennyezettségét és a folyó medrének állapotát. Ezek alapján célunk volt a vízminta elemzése, a kapott eredmények értékelése, és hogy következtetéseket vonjunk le a folyó állapotáról. Az eredményeinket a **10/2010.(VIII.18.) VM rendelet** a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályozásairól szóló rendelet alapján értékeltük.

Kulcsszavak:

Kárpátalja, vízminőség védelem, analitikai vizsgálatok, vízszennyezés

1. Bevezetés

A Tisza az Ukrajnában lévő Máramarosi-havasokban 1886 m magasságban eredő Fekete- és Fehér-Tisza rahói összefolyásából keletkezik. A vízgyűjtő területe 157 000 km². A Visó torkolatától 63 km hosszan az ukrán-román határon folyik. Magyarországi hossza 584 km. A 159,6 fkm-nél átlépi a szerb határt. A Tisza Titel alatt Szalánkeménél a faluval szemben ömlik a Dunába.[1]

Kárpátalja egy olyan közigazgatási egység, melyet az első világháborút követő békekötéssel Magyarország 6 megyéjének részeiből alakított ki. Ezek a megyék: Ung, Bereg, Ugocsa, Máramaros, Szabolcs, Szatmár. Kárpátalja, vagy ahogy akkor nevezték: Podkarpatska Rus területe 12 565 km². [2] Ez némileg eltér a jelenlegi Kárpátalja területétől, amely közigazgatási területe 12 800 km². A fő

vízgyűjtő a Tisza folyó, amelynek 997 km-nyi hosszából Kárpátaljára 201 km jut. A Kárpátok nyugati oldalán eredő 9429 folyó, patak, ér, forrás vize egyesül a Tiszában.

2. Helyszíni vizsgálataink

Mintavételi helyek kijelölése, helyszíni mintavételezés

Az első vizsgálsorozatot 2011. április 2-án és 3-án végeztük. Előzetes tervek alapján összesen 18 mintavételi helyet jelöltünk ki a Tiszán és mellékfolyóin, vettünk vízmintákat és végeztünk helyszíni méréseket.[3]

Kárpátalján 15 mintavételi helyen és Magyarországon 3 mintavételi helyen. Több mint 200 km-nyi szakaszon végeztünk helyszíni méréseket, vettünk mintákat. Az első mérő utunk során meg kellett találnunk a folyóvizek partjain azon helyeket, ahol mintákat tudtunk venni. Ez néhol nem is volt olyan egyszerű, hiszen a Tisza több mint 60 km hosszon határfolyó Ukrajna és Románia között. Ez a tény a vízpart megközelíthetőségét nagymértékben befolyásolta. Técsőn a lakosság érdeklődése, Terebesfehérpatakon pedig az ukrán határőrség figyelme közepette tudtunk mintákat venni, mérni. A közös határterületet elhagyva az un. rahói járásban már nem voltak ilyen problémáink.

A mintavételezés, és a helyszíni mérések lebonyolítása legalább 3 fő összehangolt tevékenységét követelik meg. Mintavevő, mérő és dokumentáló feladatainkat helyszínenként kb 15-20 perc alatt tudtuk elvégezni.

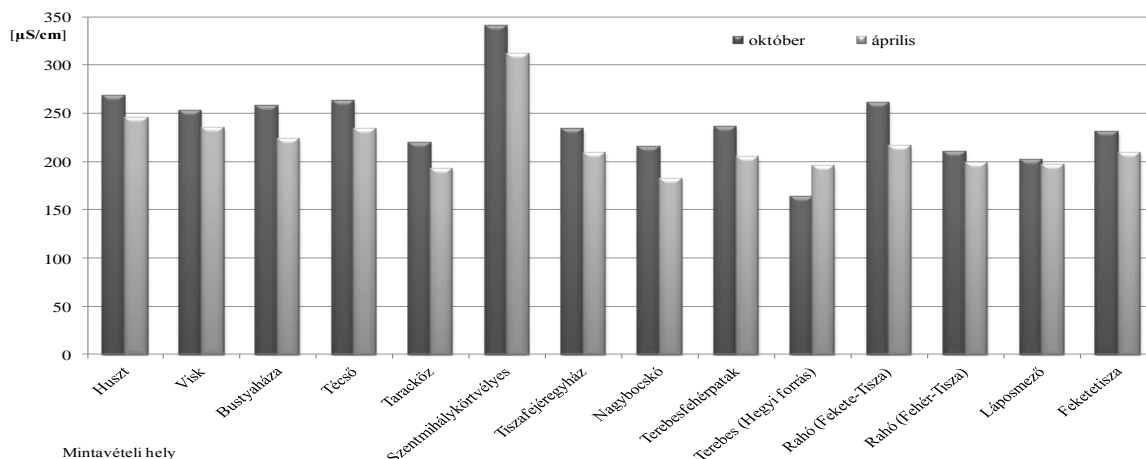
A terepi mérések a mérőszondák kalibrációjával kezdődtek. Eközben igyekeztünk szakszerűen vízmintát venni a vízfolyások vizéből. Ezen mintákon azonnali méréseket hajtottunk végre. A laboratóriumi mérésekhez ezen minták másik részét a szállításra előkészítettük. Megjelölt üveg illetve műanyagedényben, fénytől és hőtől védve, a mintákat hűtőtáskába tettük. Az üvegtárolóba a szervesanyag kimutatására, a műanyagtárolóba pedig a szervetlen komponensek (ionok) kimutatására szolgáló mintákat kell tenni. A mintavételezés helyszíneiről, méréseinkről jegyzőkönyvet készítettünk, megjelölve az időpontot, helyszínt GPS koordinátákkal, meteorológiai körülményeket, stb. A második (őszi) mintavételezési sorozatot október 22-én és 23.-án végeztük. Igyekeztük ugyan azon mintavételi pontokat felkeresni, amelyeket már áprilisban is kijelöltünk, ahol mintákat vettünk. Ezen pontokon túl a Tiszába torkolló oldalfolyók vizeit is „megmintáztuk”, mint pl. Tarac, Talabor, Nagyág, Borzsa, Latorca, Ung. Jelen tanulmányunkban a máramarosi tiszavölgyi területen végzett kutatásaink eredményét mutatjuk be.

Helyszíni mérések

A mintavételi helyeken a MultiLine P4 elektroanalitikai terepi mérőbőrönd alkalmazásával végeztünk terepi vízanalitikai vizsgálatokat. A mérőbőröndben található mérő műszerekkel az alábbi paraméterek értékeit határoztuk meg a helyszíneken: pH, redox feszültség, oldott oxigén koncentráció, oldott oxigén százalékos telítettség, fajlagos elektromos vezetőképesség, sótartalom, hőmérséklet.

Fajlagos elektromos vezetőképesség mérése

A fajlagos elektromos vezetőképesség mérésén alapuló elektroanalitikai eljárás a konduktometria. A vezetőképesség egyenesen arányos az oldat ionkoncentrációjával. (mértékegysége Simens/méter).[4] Az 1. ábrán az áprilisában és októberében vett vízmintáink fajlagos elektromos vezetőképességét ábrázoltuk.



1. ábra. Fajlagos elektromos vezetőképesség változása a mintavételi helyek függvényében.

Az 1. ábra oszlopdiaagramján látható, hogy a mért fajlagos vezetőképesség általában 200-350 $\mu\text{S} / \text{cm}$ – es tartományba esik. A vízfolyásra jellemző adatok (hegyvidéki folyó) alapján a mért eredményeink a 10/2010 VM rendelet szerinti határértéknek (mért értékeink 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alatt voltak) megfelelnek.[5]

A redoxpotenciál mérés

A redoxpotenciál meghatározása a MultiLine P4 mérőműszerrel történik. A redoxipotenciál az oxidált/redukált vegyületformák arányát jellemző összegparaméter. A gyakorlatban a redoxipotenciál különbség, azaz a redox feszültség mérést a vizek nitrogén háztartásának vizsgálatánál használjuk.[4] Az analizált vízminták redox feszültség értékeiről elmondhatjuk, hogy a mért redox potenciál értékek mindegyike negatív, azaz a vizek redukáló tulajdonságúak.

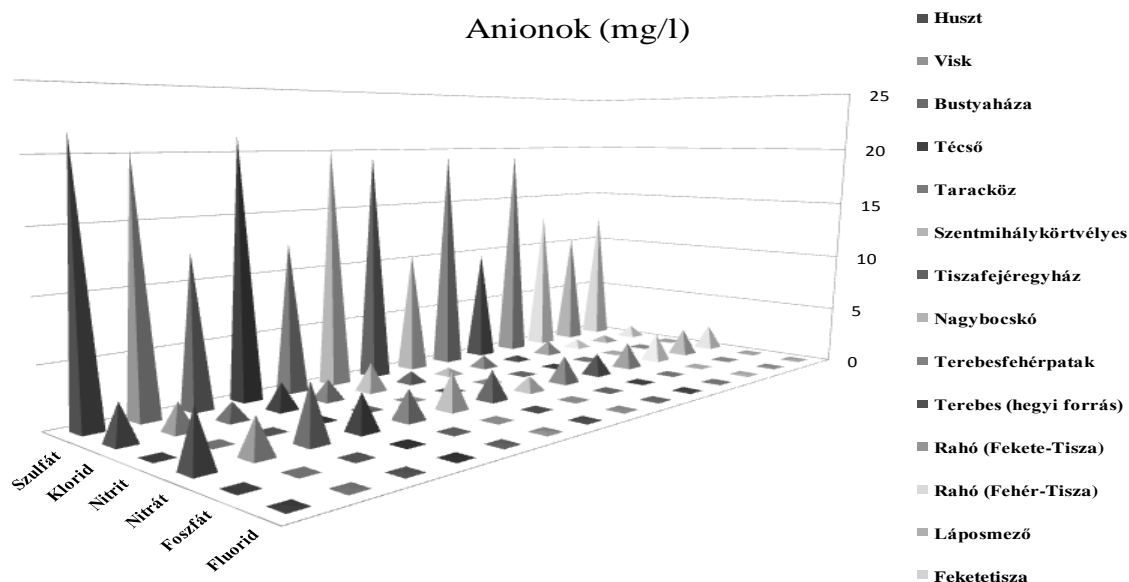
3. Laboratóriumi vizsgálataink

A Környezetmérnöki és Vegyipari Műveletani laboratóriumban vizsgáltunk a minták összes szerves széntartalmát (TOC), zavarosságot (FTU), valamint ionkromatográfiásan a vízminősítés szempontjából meghatározó különböző anionokat és kationokat.

Ion kromatográfiai vizsgálat és eredményei

Az ionkromatográfia, amint neve is mutatja, minőségi és egyúttal mennyiségi analitikai módszere az ionok meghatározásának. A DIONEX ICS-3000 ionkromatográfias rendszer alkalmas erős és gyenge savak anionjainak meghatározására ionelnyomással, valamint egy- és kétértékű kationok meghatározására.[6] A 2. ábra diagramján megfigyelhető, hogy magas szulfát, és nitrát-nitrit tartalom. A többi mintavételi helyen a szulfát tartalom kiugró értékű, ennek oka lehet természetes és mesterséges eredetű. Kárpátalja hegyekkel körbe vett terület, ezért a folyókba a nagyobb részben

antropogén szennyezés (nitrát,-nitrit-, valamint szulfát-formák) következtében bemosódhat. A nitrogénszennyezők forrása lehet, az állattartás (állat legeltetés), valamint a kezeletlen szennyvíz bevezetés. A szulfát eredete szerint lehet természetes (üledékes kőzetek, mint pl lösz, mészkő, márga metamorf kőzetek) vagy antropogén eredetű, mint pl. tüzelőanyagból hamu, diesel üzemű autókól, ipari és lakossági fűtésből, de bekerülhetnek ipari és háztartási szennyvizek útján is.



4. Összefoglaló

A méréseink eredményei alapján a különböző vízminősítési paraméterek mért értékeiből arra a következtetésre jutottunk (amit a jogszabályok által megadott határértékek is alátámasztanak), hogy az elvárásainknak megfelelően Tisza folyó vize ezen a felső szakaszon kémiai vízminősítési szempont alapján jó minőségű. Ahogy közeledtünk a Fekete-Tisza illetve a Fehér-Tisza forrásvidékhez, nemcsak mért eredményeink alapján állíthatjuk, hanem szabad szemmel is látható volt, hogy a folyó szép tiszta.

Irodalom

- [1] Mészáros László: *A Tisza*, Média Nova Kft, Budapest, 2009, pp.18.
- [2] Kovács Sándor: *Kárpátaljai útravaló*, Püski Kiadó Kft, Budapest, 1999 , pp. 67.
- [3] Kovács Enikő: *Felső Tisza vidéki vízminőség vizsgálat*, Szolnok, 2011, Konferencia Poszter
- [4] Fórián Sándor: *Vízgazdálkodás- és vízminőségvédelem I.*, oktatási segédlet, DE-MK, 2010. pp.24.
- [5] Magyar Közlöny: *10/2010.(VIII.18.) VM rendelet a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályozásairól szóló rendelet*. Budapest, 2010.
- [6] Dr. Bodnár Ildikó: *Környezet analízis I.* oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2008. pp.87.

Fórián Sándor, adjunktus

forian@eng.unideb.hu

Kovács Enikő, hallgató
Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék

4028 Debrecen Ótemető u 2-4

Telefon: + 36-52/415-155

encsencs@gmail.com

Szabolcsik Andrea, hallgató

szabolcsikandrea@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AKI KEREKEKRE TETTE AMERIKÁT. 150 ÉVE SZÜLETETT HENRY FORD

GÁTI József, KUTI János

Abstract

Henry Ford, who was one of the creators of vehicles manufacturing, borned 150 years ago. This famous engineer's dream was vehicle mobilization of America. He wanted to give freedom of driving a car for everybody. Today 100 years old manufacturing on conveyor belt, which was first used on Ford because of the series production. In our article we try to show Henry's life and that kind of activity which got alonge Ford for the succes and title of leading car brand.

Key words: Ford, automobile, Henry Ford

Összefoglalás

150 éve született Henry Ford, aki az egyik megteremtője a modern autógyártásnak. A legendás mérnök és autógyáros nagy álma volt, hogy kerekre tegye Amerikát, hogy elérhetővé tegye az átlag amerikai számára a „szabadság” az autóvezetés élményét. 100 éves a szalaggyártás melyet először a Ford autógyár vezetett be a tömegtermelés érdekében. Cikkünkben megpróbáljuk bemutatni az életútját és a főbb forduló pontokat, ami a világ vezető autómárkájává tette az általa vezetett Ford Company-t.

Kulcsszavak: Ford, Henry Ford, szalaggyártás, autómobil

1. Bevezetés

Henry Ford 1863. július 30-án, az amerikai polgárháború idején született a Michigan állambeli Springwells Townshipben, elsőszülöttként William és Mary Ford hat gyermeke közül. Apja, William Ford ír származású sikeres farmer, anyja holland és skandináv eredetű volt. A jól menő családi farmon nőtt fel, napjait egyrészt az egy-tantermes iskolában, másrészt a farmon dolgozva töltötte. Már fiatal korában érdeklődött a műszaki dolgok iránt - melyből bontakozott ki az a tehetség, ami meghozta számára az elismerést. Henry 12 éves korában szabadideje túlnyomó részét a saját maga által felszerelt kis gépműhelyben töltötte. 15 éves korában, 1879-ben elkészítette első gőzgépét, majd a közeli Detroit városába ment, ahol gépésztanoncként kezdett dolgozni. Időnként hazatért, hogy segítsen a farmon. Három évig maradt tanonc, majd visszatért Dearbornba. A következő néhány év részben gőzgépek üzemeltetésével és javításával, egy detroiti gyárban végzett alkalmi munkával, valamint az apja farmján működő mezőgazdasági gépek javításával telt. 1888 feleségül vette Clara Bryantet, és új családját egy fűrészmalom működtetésével segítette. 1891-ben Ford a detroiti **Edison Illuminating Company** mérnöke lett. 1893-ban 100 dolláros fizetéssel főmérnökké nevezték ki, ami elég időt és pénzt biztosított számára ahhoz, hogy a belsőégésű motorokkal végzett saját kísérleteivel

foglalkozhasson. Ugyanebben az esztendőben, november 6-án jött a világra **egyetlen gyermeke, Edsel**. A család nemsokára új házba költözött, s az ahhoz tartozó pajtában Henry kísérletezni kezdett. A kísérletek csúcspontját 1896-ban az első önjáró jármű, a Quadricycle elkészítése jelentette. Az első Ford motor Ford Bagley Avenue 58. szám alatti otthonában, a fa konyhaasztalon pöfögött be a történelembe. Ebből a kísérletből kiindulva tervezett egy motort, amit négy biciklikerekekkel ellátott vázra szerelt, s ez lett az első Ford autó.

2. A Ford autóbirodalom létrehozása

1899. augusztus 5-én a detroiti épületfa-kereskedő, William Murphy vezényletével, 15 ezer dolláros befektetéssel megalakult a **Detroit Automobile Company**, amelynek - havi 150 dollárért - Henry Ford lett a főmérnöke. Mivel az általa tervezett autók benzinnel üzemeltek, az elektromos hajtás elképzelésére alapozó Edison társaságnál 10 nappal később lemondott pozíciójáról. Az új cégnél azonban később nem tudta elérni célját, mert nem értett egyet társaival az üzletpolitika területén: ő úgy gondolta, hogy a folyamatos fejlesztésre kell fektetni a hangsúlyt, mivel a gyártmányok még nem állnak készen az értékesítésre. Az összhang hiánya - és az, hogy Henrynek még nem volt tapasztalata az igazi termelésről - 12 autó elkészültét követően, 1900 novemberében a cég felbomlását eredményezte. Időközben Ford különböző **versenyautókat** tervezett és épített, s 1901. október 10-én a michigani versenypályán, Grosse Pointe-ban, a Sweepstakes versenyautójával legyőzte korabeli clevelandi gyárost, az amerikai bajnokot, Alexander Wintont. Ez az esemény megalapozta számára azt a bizalmat, ami két évvel később a Ford Motor Company megalapításánál a pénzügyi háttérhez kellett. Ford 1903. június 16-án 11 befektetővel közösen megalapította a máig a nevét viselő **Ford Motor Companyt**. A detroiti Német-Amerikai Bank tulajdonosa, John S. Gray lett az elnök, Henry Ford a részvények 25,5 százalékának tulajdona mellett, a főmérnöki pozíciót, az alelnöki és az ügyvezetői tisztséget töltötte be. A detroiti Mack Avenue-n lévő Ford gyárban csak pár autót gyártottak naponta. Két-három munkásból álló csoportok dolgoztak minden egyes autón, melyek más cégektől megrendelt alkatrészekből álltak össze. Kezdetben sokszor szorongó pillanatok jellemezték a társaság működését, mivel a fejlesztés és a gyártás tette ki a tevékenység java részét, a pénz folyamatosan fogyott. A bankszámla egészen 223,65 dollárig apadt, amikor - 1903. július 23-án - sikerült eladni az első Ford A modellt egy chicagói fogorvosnak, Dr. E. Pfennignek 850 dollárért.

Még csak hat hónapja működött a cég, amikor bejelentette 10% osztalék kifizetését, és elkezdett dolgozni a C modellen, amelyet 800 dollárért kívánt értékesíteni. A Mack Avenue-n 1708 darab autó készült 1904 decemberéig, amikor a gyárat átköltöztették egy nagyobb épületbe a Piquette Avenue-ra.

Henry Ford elképzeléseivel nem fért össze a luxusautók gyártása. Mégis - a részvénytársaság békéje érdekében elkészítette a **K modellt**, a 2500 dolláros, hathengeres nagy kocsit. Ford 1906. július 12-én részvények felvásárlásával már 58,5%-os részesedést mondhatott magáénak. Ugyanabban az esztendőben meghalt John S. Gray, a cég addigi elnöke, s többségi részvényesként Henry Ford lépett a helyébe október 22-én. A szavazati többség birtokában a már megtervezett N modellt az év vége felé

piacra is dobta. Henry Fordnak 1908-ban a **T-modell** bemutatásával váltak valóra a jól működő és megbízható autó gyártásáról szőtt álmái. Ez a jármű egy új korszak kezdetét jelentette a személyszállításban - egyszerű volt vezetni és karbantartani, az egyenetlen utakon is jól vezethető volt, megjelenésével azonnal sikert aratott. Ebből a kocsiból 1908 és 1927 között 15 millió darabot gyártottak. Ez olyan rekord volt, amelyet a Volkswagen csak 1972-ben tudott megdönteni. Henry Ford feltett szándéka volt, hogy a legegyszerűbb kivitelben a lehető legtöbb autót gyártsa a lehető legalacsonyabb költséggel. Abban az időben az autótulajdonosok a kiváltságos kevesek közé tartoztak. Henry Ford célja az volt, hogy „kerekekre helyezze a világot”, és olcsó járműveket gyártsa a nagyközönség számára. A Highland Parkban a T-modellek gyártása rekordszintet ért el. Ezután minden egyes munkanapon 10 másodpercenként egy kész autó gördült le a szerelősorról. Ford csökkenteni tudta az árakat, a minimális napi bért a kétszeresére, 5 dollárra emelte, kiváló minőségű terméket gyártott és így is nyereséget tudott termelni. Ebben az időben a Ford évente kétmillió T-modellt gyártott, és ezeket mindössze 260 dollárért értékesítette. A T-modell a vidék forradalmi fejlődését indította útjára. A napi 5 dolláros bér és a mögötte húzódó filozófia szociális forradalmat gerjesztett. A mozgó szerelősor ipari forradalmat idézett elő.

3. A T-modell sorozatgyártása

A kezdetekkor a Ford vállalat ugyanazzal a módszerrel gyártotta az autókat, mint bármely más cég - egyszerre egyet: az autó a teljes gyártási folyamat során a földön állt, miközben a szerelők és azok segítői elmentek a különböző alkatrészekért, majd visszatértek az autóhoz, és az alvázból kiindulva így állították össze a járműt. Később az autókat szerelőpadokon rakták össze, amelyeket az egyik csoport munkástól tovább lehetett vinni a következőhöz. Ez bizonyos mértékben felgyorsította a gyártási folyamatot, de Fordnak továbbra is szakképzett munkáscsoportokra volt szüksége a „kézzel gyártott” autók összeszereléséhez. A termelési szint továbbra is alacsony volt, és az autók árát magasan kellett tartani ahhoz, hogy fedezze a szerelők költségeit. Henry Ford az olyan korabeli újítók alapelveire épített, mint pl. Elihu Root, aki Samuel Colt számára - a gyártási folyamatot részekre osztva - álmódott meg egy összeszerelési eljárást. A kísérletek folytatódásával és az eljárás finomodásával a tömeggyártás víziója egyre közelebb került a valósághoz: az egyes részlegekben alkotóelemeire osztották fel a gyártási folyamatot. A gyártás felgyorsult - gyakran akár a négyszeresére. Az üzemben ilyen rész-összeszerelő sorokat állítottak fel, míg végül „*az üzemben minden mozgott*”. Az utolsó lépést a **mozgó végső szerelősor** létrehozása jelentette. Az autó a pusztán alvázból indulva végighaladt az összeszerelő soron és sorban az összes munkaállomáson, míg végül a saját erejéből legördült a teljesen összeszerelve. Az összeszerelő sor mentén fekvő ellátó sorokat úgy hangolták össze, hogy a szükséges időben biztosítsák a megfelelő alkatrészeket.

A szakképzett munkaerőtől való függőség csökkentése érdekében Henry **csereszabatos alkatrészeket** alkalmazott, amiket a szakképzetlen munkások is könnyen össze tudtak szerelni. A kísérletek gravitációs csúszdákkal és görgősorokkal folytatódtak tovább. Még az emberek és a szerszámok helyét

is aprólékos vizsgálatnak vetették alá annak érdekében, hogy a gyártósor a lehető leghatékonyabban működhessen. Henry Ford 1913-ban tervezte meg az **első mozgó összeszerelő sort**, amivel forradalmasította a Ford T-modell gyártási folyamatát. Az első Ford gyárban, amely az Egyesült Államokbeli Michigan államban, Highland Parkban volt, felállított összeszerelő sor a tömegtermelési módszerek mércéjévé vált az egész világon.

4. Összefoglaló

1919-ben Henry és fia, Edsel 105.568.858 dollárért felvásárolták az összes kisebbségi részvényes részvényeit, s ezzel a vállalat kizárólagos tulajdonosaivá váltak. **Edsel**, aki még ebben az évben követte apját az elnöki székben, egészen 1943-ban bekövetkezett haláláig töltötte be ezt a posztot. Ezután újra Henry Ford vette át a vállalat irányítását. 1945 szeptemberében Henry Ford másodszor is lemondott a Ford Motor Company elnöki tisztéről, és átadta azt unokájának II. Henry Fordnak. Henryt 1946 májusában az **American Automotive Golden Jubilee**-n kitüntették az autógyártás terén elért jelentős eredményeiért, majd később ugyanabban az évben az **American Petroleum Institute** az emberiség jólétéhez való jelentős hozzájárulásáért legelsőként neki adományozta évenként odaítélt aranyérmét. Henry Ford 83 éves korában, 1947. április 7-én este 11 óra 40 perckor hunyt el a dearborni Fairlane-en lévő otthonában. Halálakor a közeli Rouge folyó áradásai helyi áramszünetet okoztak. A szolgálatba állított petróleum lámpák és gyertyák hasonló hangulatot teremtettek, mint 83 évvel azelőtt, amikor ugyanabban a megyében megszületett. Henry Ford elhivatottságának, hihetetlen munkabírásának eredményeként megváltozott az amerikai átlagemberek élete, az autó a mindennapok nélkülözhetetlen eszköze lett. Ma a nevét viselő cég a világ egyik legnagyobb vállalatbirodalma, második legnagyobb autógyára. Évente mintegy hétmillió új jármű viseli ovális kék alapú emblémán az alapító nevét. A tapasztalat igazolja Henry Ford megállapítását: "A legjobb autó az új autó".

Irodalom

- [1] Gáti József, Horváth Sándor, Legeza László, A XX. század autója. 100 éves a Ford T-modell, Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2009
- [2] <http://www.muszakiak.hu/ford-tortenelem-2013.01.05>.
- [3] Horváth, S., Gáti, J., Legeza, L.: 100 éves a Galamb József tervezte T-modell, Gép, 2008/09 p. 17-21
- [5] <http://www.ford.hu/ford/vallalat>

Dr. Gáti József, címzetes egyetemi docens
 Munkahely: Óbudai Egyetem
 Cím: 1034, Budapest Bécsi út 96/B
 Telefon / Fax: 06-1-666-5603
 E-mail: gati@uni-obuda.hu

Kuti János, műszaki ügyintéző
 Munkahely: Óbudai Egyetem
 Cím: 1034, Budapest Bécsi út 96/B
 Telefon / Fax: 06-1-666-5415
 E-mail: kuti.janos@rh.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A TERMELÉSI ÉS INFORMÁCIÓS TECHNOLÓGIA ELEMZÉSE, KÜLÖNBÖZŐ IPARÁGAK ESETÉBEN

GODA Adrienn, MEDINA Viktor, ZSIDAI László

Abstract

In the present paper, we summarized the results of the examination which was carried out in July 2012. We have examined product development and globalization of our chosen industry on international and national market. We compared our results with a Hungarian examination which was carried out in 2009. The results are compared to the database of Hungarian survey in 2009. Based on the comparative analysis we can make statements about the situation of production and information technology in the case of the cob cracker manufacturer industry. It was examined the application of monitoring, marking, information sharing, process controlling, flexible manufacturing / assembling systems in the last 3 years. During the examination of information technology it was analyzed how it is coordinated technologically and organizationally the product planning and manufacturing. The studied cob cracker companies had better results comparing to the Hungarian and international levels in three areas: CAD / CAM software, shared databases, Web-based tools (telephone conferencing, web meetings etc.).

Key words:

Production technology, information technology, cob cracker manufacturing.

Összefoglalás

Az általunk folytatott kutatás 2012 júliusában zajlott le és ennek eredményeit foglaljuk össze. A vizsgálattal lehetőségünk nyílik a vizsgált iparág termelési és információs technológiájának vizsgálatára hazai és nemzetközi viszonylatban. Az eredményeket összevetjük egy 2009-ben lezajlott felmérés Magyarországi adatbázisával, amelyből eredményül kapjuk, hogy a kukorica csőtöröket gyártó iparág, a hazai „mezőnyben” milyen termelési és információs technológiával rendelkezik.

A termelési technológia vizsgálata során vizsgáltuk, hogy a nyomon követést és jelölést, információ megosztás és folyamatszabályozás, rugalmas termelési/összeszerelési rendszerek valamint folyamatok automatizálást, milyen mértékben alkalmazták az elmúlt három évben.

Az információs technológia vizsgálata során, elemezzük, hogy technológiailag, szervezetenként hogyan koordinálja a terméktervezést és a gyártást. A három vizsgált területen a kukorica csőtöröket gyártó vállalatok a CAD/CAM szoftverek, megosztott adatbázisok, Web alapú eszközök (telefonkonferenciák, web-találkozók) alkalmazásában jobb eredményt ért el, mint hazai illetve a nemzetközi vállalatok.

Kulcsszavak:

termelési technológia, információs technológia, kukorica csőtörő

1. Bevezetés

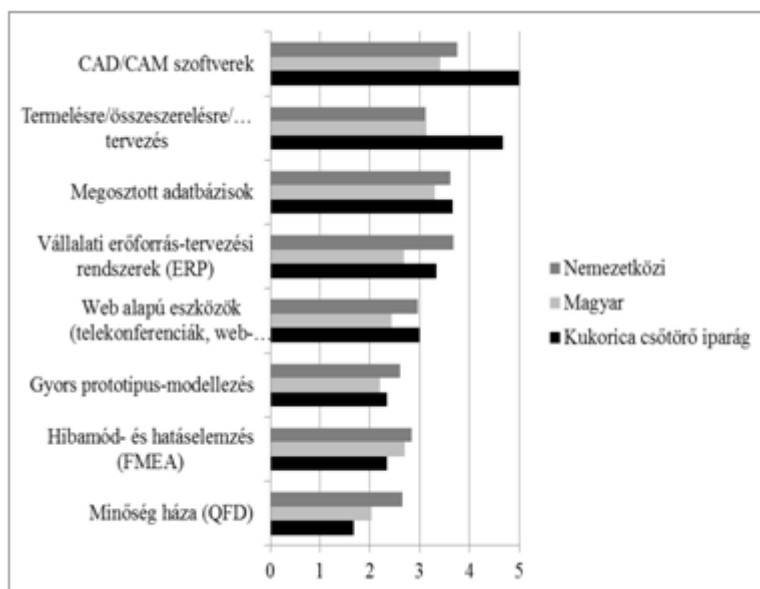
A felmérésünk a Nemzetközi Termelési Stratégia Kutatás (International Manufacturing Strategy Survey – továbbiakban: IMSS) kérdőívén alapul, melynek adatait fel is használtuk. [4] Az IMSS 1992-ben jött létre. A résztvevőkutatók célja, a nemzetközi termelési stratégiák, bevezetésük és eredményük vizsgálata a termelésben és a kapcsolódó területeken (pl. ellátási lánc menedzsment, új termék

amely közepes értéket kapott. Az információk megosztására alkalmazott technológiákat a nagyobb vállalatok alkalmazzák szemben a kisebbekkel, ebből adódik az átlag hármast érték.

A termékfejlesztés vizsgálata során fontosnak tartottuk megvizsgálni, technológiailag hogyan koordinálja a terméktervezést és gyártást a vizsgált iparág a magyar valamint a nemzetközi mintával összevetve. A kapott eredmények színes képet mutatnak a válaszadók körében, ahogy 2. ábra mutatja. Látható, hogy a kukorica csőtörő iparág magasabb szinten alkalmazza a CAD/CAM szoftvereket, Megosztott adatbázisokat, Termelésre/összeszerelésre tervezést valamint a Web alapú eszközök használatát, a magyarországi valamint a nemzetközileg vizsgált vállalatokkal szemben. A nemzetközi vállalatok az ERP-t, az FMEA-t valamint a gyors prototípusmodellezést magasabb szinten használják a másik két vizsgált területtel szemben. Kimagasló értéket a hazai vállalatok nem értek el a terméktervezés és gyártás koordinálásával kapcsolatban.

A kapott érték azzal magyarázható a CAD/CAM szoftverek alkalmazását tekintve, hogy a vizsgált iparágban ezeket a szoftvereket használja tervezésre, ellenben a magyar illetve nemzetközi, vállalatok melyek CAD/CAM programok mellett a hagyományos tervezést is alkalmazzák.

A vállalati erőforrás-tervezési rendszerek (Enterprise Resource Planning – ERP) esetében látható, hogy a nemzetközi vállalatok valamivel, jobb eredményt értek el, mint a vizsgált iparág, maga mögött hagyva a magyar vállalatokat. A közepesnél jobb érték mutatja, hogy a többség használja, kihasználva a vállalati információs rendszer előnyeit, melyek a következőkben nyilvánulnak meg, jobb



2. ábra. Technológiailag hogyan koordinálja a terméktervezést és a gyártást? (Forrás: Saját felmérés és [3])

magas időráfordítás, nehezen becsülhető költség/haszon viszony.

A Minőség háza (QFD) az általunk vizsgált iparágban alacsony szinten használják. Használatával mindinkább a vevők igényeit tudnák szem előtt tartani és mellette a munkát akadályozó veszteségekkel kapcsolatos költségeket is csökkenteni lehetne.

áttekinthetőség; egységes, összevont adatkezelés; gazdaságos, hatékony, jobb kapacitáskihasználtság.

A megosztott adatbázisok használatánál, mind a három terület a közepesnél jobb értéket ért el. A vizsgált területeken fontosnak tartják, hogy az adatbázisok mindenki számára elérhetőek legyenek.

A hibamód és hatáselemzés kapcsán látható, hogy az átlag alatti értékek jellemzőek mind a három területen. Ennek oka, a

fejlesztése) [1]. A felhasznált nemzetközi adatok az IMSS kutatás 2009-ben gyűjtött eredményeit (562 vállalat adatai) tartalmazzák. A hazai felmérés 71 megkérdezett vállalatot ölel fel [4].

A jelen kutatásunkat a magyarországi kukorica csőtörőket gyártó iparágra szűkítettük le.

A kukorica csőtörők a mezőgazdaság kiemelt jelentőségű eszközei, mivel nélkülük a cső letörését a szárról és a héj fosztását csak kézi erővel lehetne elvégezni. Az általunk vizsgált iparág kukorica csőtörőket gyárt magyar valamint nemzetközi vásárlók részére. A gyártási típusukat tekintve, az egyedi-, sorozat- valamint a tömeggyártásba sorolhatók. [5]

A kutatásunk célja, hogy a felmérésben résztvevő iparág termelési- és információs technológiájáról kapott információkat össze tudjuk vetni a hazai és a nemzetközi eredményekkel is.

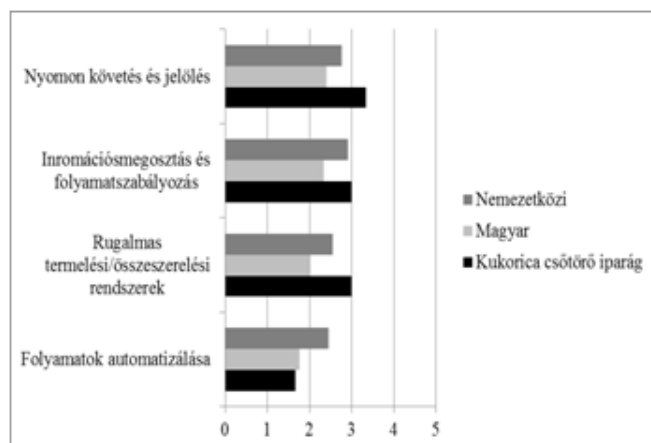
A kérdőív bizonyos kérdéseknél mérési skálát alkalmaz. A skála ötfokozatú, az 1-es jelenti a legrosszabb értéket, a 3-as a közömböst, az a fölötti értékek pozitív értékelést jelentenek. [2]

Az eredmények közzétekor az ábrákban a vizsgált iparág a magyarországi kukorica csőtörőt gyártó iparágat jelenti, hazai a Magyarországon működő gyártó vállalatokra utal, a nemzetközi pedig a más országokban gyűjtött különböző termelési tevékenységeket végző vállalatokra vonatkozó adatokat tükrözi.

2. A termelési és információs technológia vizsgálata

A termelési technológia vizsgálata során 1. ábrán felsorolt akcióprogramok elmúlt három évben történő alkalmazását vizsgáltuk. Látható, hogy az átlagok mindegyik esetben viszonylag alacsonyak.

A folyamatok automatizáltságát tekintve, a vizsgált iparág a hazai eredményekhez képest nem sokkal ért el kevesebbet, de mind a három vizsgált terület a közepes alatti szinten teljesített. A rugalmas



1. ábra. Az üzemenegységi akcióprogramok alkalmazásának mértéke az elmúlt három évben

termelési rendszerek kialakításánál, a kukorica csőtörő iparág a magyar és a nemzetközi vállalatokat is megelőzte az elért hármas eredménnyel.

A következő vizsgálati pontunk a nyomon követési rendszerre irányult. Itt a vizsgált iparág, hasonlóan a rugalmas termelési/összeszerelési rendszerek vizsgálatánál, jobb eredményt ért el, mint a hazai és a nemzetközi vállalatok.

Nyomon követés „modernsége” az iparágban vonalkódos nyomon követés formájában mutatkozik, de emellett a

hagyományos papír alapú nyomon követés is megfigyelhető.

A gyártási folyamatban az információs és kommunikációs technológiák bevezetésénél látható, hogy a nemzetközi eredményt (2,91) a hazai vállalatok nem érték el (2,34) ellenben a csőtörő iparággal,

A Web alapú eszközök alkalmazását a nagyobb vállalatok alkalmazzák szemben a kisebbekkel, ebből adódik az átlag hármast érték.

A gyors prototípus-modellezése mind három területen a közepesnél alacsonyabb értéket ért el, ennek oka, hogy a lehetőségek korlátot szabnak, valamint a magas költségek, ezentúl a munkadarabok nagy mérete és működésének ellenőrzése nem megoldható az általában kisméretű modellekhez létrehozott gyors prototípus (RP) technológiáknál.

3. Összefoglaló

A kutatásunkban három területet vizsgáltunk és hasonlítottunk össze, ezek a következők, magyarországi kukorica csőtörőket gyártó iparág, az egyéb magyarországi iparágak együttesen, valamint a más országokban különböző termelési tevékenységet végző vállalatok együttesen.

A kukorica csőtörő iparág cégei nagymértékben használnak akcióprogramokat a rugalmas rendszerek kialakítására, valamint a nyomon követésre és jelölésre, és gyakrabban alkalmaznak információs és kommunikációs technológiákat, mint átlagban a hazai és a nemzetközi vállalatok.

A terméktervezés illetve a gyártás koordinálásának vizsgálata során eredményül kaptuk, hogy a kukorica csőtörőket gyártó vállalatok, magasabb szinten koordinálják a tervezést és a gyártást, szemben a hazai és a nemzetközi vállalatokkal. A három vizsgált terület közül a magyarországi kukorica csőtörőket gyártó vállalatok a CAD/CAM szoftvereket alkalmazzák leginkább tervezésre, fejlesztésre. A vállalati, erőforrások-tervezési rendszerek alkalmazását tekintve, eredményül kaptuk, hogy az általunk vizsgált kukorica csőtörőket gyártó iparág valamint a vállalatok nemzetközi szinten használják, kihasználva a rendszer előnyeit.

Irodalom

- [1] Demeter K., Matyusz Zs.: *A „külső tényezők és adottságok hatása a vállalatok teljesítményére az értékteremtés szűrőjén keresztül” projekt záró tanulmánya. 54.sz Műhelytanulmány, 2009. Budapest, 19.o.,*
- [2] Laugen, B.T. and Boer, H.: *CINet Research Series – The International Manufacturing Strategy Survey, Serial Number: 20011-7. ISBN 978-90-77360-14-09, 2011. pp.16-17.*
- [3] Matyusz Zs., Demeter K.: *A termelési stratégia és termelési gyakorlat kutatás eredményei 2009-2010. 121. sz. Műhelytanulmány, Budapest, 2010., 22. o.,*
- [4] Matyusz Zs., Demeter K.: *A termelési stratégia és termelési gyakorlat kutatás részletes eredményei 2009-2010. 145.sz. Műhelytanulmány, Budapest, HU ISSN 1786-3031, 2011., 21-23.o.*
- [5] Somló J.: *Gépgyártástechnológia, 16. fejezet. Szerk.: Horváth M., Markos S., Budapest: Műegyetemi Kiadó 2002., 145-173.o.,*

Goda Adrienn, Phd hallgató

goda.adrienn@gek.szie.hu

Dr. Medina Viktor, Phd

medina.viktor@gek.szie.hu

Dr. Zsidai László, Phd

zsidai.laszlo@gek.szie.hu

A szerzők munkahelye: Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar

Cím: H- 2100, Magyarország Gödöllő Páter Károly utca 1., Telefon / Fax: +36-28-522-000



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

XIX. SZÁZADI PÁSZTORHARANG RESTAURÁLÁSA

HERVAY Péter, HORVÁTH Richárd, TEIZENHOFFER Gyula

Abstract:

Before restoring a work of art as much as possible at the deepest level is necessary to clarify the origin of the subject matter, method of use, the circumstances of its creation. The restoration of methods should be used to the fullest extent preserves the originality of the subject. The options can be applied to the use of modern methods of work in order to make it easier to clarify. The presented bell "sounding" restoration done to the implemented methods and steps presented in this article.

Key words: art restoration, 3D scanning, manual work

Összefoglalás:

Egy műtárgy restaurálása előtt a lehetőségekhez képest a legmélyebb szinten tisztázni kell a tárgy eredetét, használati módját, készítésének körülményeit. A restaurálás során olyan módszereket kell alkalmazni, ami a legteljesebb mértékben megőrzi a tárgy eredetiségét. A korszerű módszerek felhasználásának lehetőségeit alkalmazni lehet a munka pontosítása egyszerűbbé tétele érdekében. A bemutatott harang "megszólaltatásának" érdekében végzett restaurálás módszereit és a végrehajtott lépéseit mutatja be a cikk.

Kulcsszavak: műtárgy, restaurálás, 3D szkennelés, manualitás

1. Bevezetés

A pásztorharang a templomi harangokkal azonos formájú, állatok nyakára való, fémből öntött, ütővel ellátott, jelzőeszköz vagy állatdísz. Gyakran, a falusi és kisvárosi csengőöntők korában a pásztor vagy béres maga is meghatározhatta a megrendelésre készülő csengő minőségét. Pl. ezüstforintot adott a csengőöntőnek, hogy azt is olvassza bele a csengő anyagába (főleg sárgaréz), mert az ezüsttől nemesebb annak a csengése. [1], [2]. A címben szereplő pásztorharang viszont megmunkált öntvény. Valószínűsíthetően egy falusi kovácsműhely terméke. Az öntés technológiáját tekintve klasszikus megoldású, durván formált belső magra mintázott köpeny. Vizsgálataink alapján, a harang klasszikus módon készülhetett. Az öntő a csengőt fából és agyagból készített minta (vagy egy repedt csengő) alapján homokban megformázva leásta. Föléje tüzet rakott, ebben a tűzben a réz, nikkelt, ón és ezüst darabokat megolvasztotta, a megolvadt fém az alatta levő mintába folyt. Az ütő vagy nyelv, vasból készült, egyszerű kovács munka. A csengőt gyakran díszítették is [3].



1. ábra: A harang restaurálás előtt

2. A tárgy leírása

A harang méretei: magassága 98 mm, legnagyobb átmérője 103 mm, súlya 421 gr. A nyelv kovácsoltvas, beöntött fülön függ. A szíj rögzítése átmenő furat túloldalán kovácsolt alátéttel vastüskével ékelve van. Erősen szennyezett, oxidálódott fém. A szíjazat merev, szakadozott bőr, oxidálódott rögzítő csattal. Leesés miatt a harang repedt. Anyaga alpakka. Az alpakka vagy *újezüst* ötvözetek nikkelből, rézből és cinkből állnak.

3. A restaurálás szükségessége

A tulajdonosnak több generációs családi kötődése van a haranghoz. A leesés miatt megrepedt, csengő hangzását elvesztette. Kívánalma szerint a csengő hangzást és az optikai megjelenést kellett helyre állítani. A repedés keletkezésének oka a mechanikus behatáson (leejtésen) kívül az, hogy nem kellő metallurgiai ismeretekkel rendelkezett a hajdani mester. Adott korban és színvonalon persze ez nem kérhető számon tőle. Szemmel is látható zárványok, szennyeződések vannak az anyagban. Feltehetően nem tartották be a hűtés feltételeit sem, ezek együttesen eredményezték a repedést. A tapasztalat az, hogy az ilyen műtárgyak sérülései a fenti hibák miatt nehezen orvosolhatók.

Elvileg a következő eljárások közül választhattunk: egyszerű forrasztás, a repedés forrasztása a harang saját anyagával, majd fémszórással történő anyag visszajuttatás illetve újraöntés. A lehetőségek megvizsgálásakor az újraöntést elvetettük. A harangról szilikon mintát véve pontosan ugyanolyan formát kapnánk. A mintán megjelennének az öntési hibák, a belső durva felület, a repedés lenyomata. Az öntés utáni zsugorodás miatt a méretek megváltoznak. Az újra öntéssel ugyan egy szépen szóló harangot kapnánk, ami hasonlít is az eredetire, de anyagát kivéve az eredetiség súlyos csorbát szenvedne. Megsemmisítenénk a készítő keze munkáját, így ez nem is tekinthető igazi restaurálásnak. Az így létrejött tárgy *replika* lenne [4].

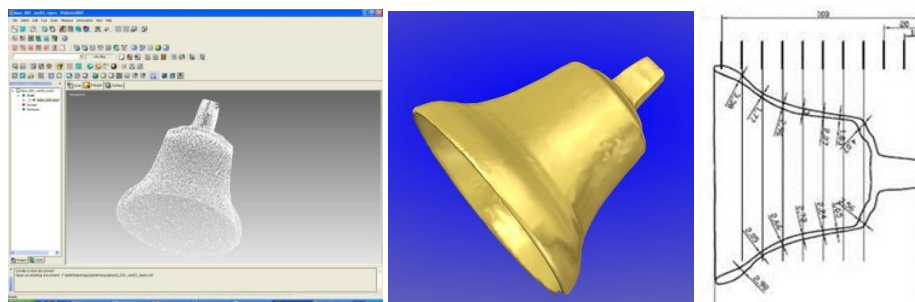
Egyszerű forrasztással megszüntethető az anyag folytonossági hiánya, de a hozaganyag eltérő fémtani sajátossága miatt színben, esztétikában és hangzásban is hiányosságokkal kell számolni.

A legcélszerűbb megoldás, amennyiben a tárgy megengedi, hogy bizonyos csekély mennyiségű anyagot eltávolítsunk forgácsolással, fűrészeléssel, reszeléssel, és anyagszórással visszajuttassuk a

felületre. Az anyag elvétel a belső felületről esztergálással és fül részről reszeléssel tűnt eltávolíthatónak.

4. A restaurálás menete

A reverse engineering (RE) módszeréhez fordultunk. A módszer lényege, hogy egy meglévő termékről 3D szkenneléssel pontfelhőt hozunk létre. A pontfelhőből előállítható a termék virtuális modellje. Mi a RE első fázisát végeztük el, amikor is a 3D szkennelés eredményeként kapott pontfelhőből létrehoztuk a virtuális modellt. Itt megálltunk, mert a célunk az volt, hogy kiderítsük, milyen anyag tartalékokkal rendelkezik a harang.



2. ábra: A pontfelhő, a modell és falvastagság

Legnagyobb sajnálatunkra azt kellett tapasztalni, hogy a szemrevételezéssel és tapintással vélelmezett többlet anyag nem áll rendelkezésünkre, egyenetlen a tárgy falvastagsága, az sem koncentrikusan helyezkedik el, tehát esztergálással nem lehet a szükséges anyagmennyiséget eltávolítani. Más megoldást kell keresni az anyag homogenizálására. A repedés megszakítja a hanghullámok terjedését, így keletkezik a "repedt fazék" hang [5].

A nyelv erősen korrodált vas anyagát RO-55 oldatban áztattuk. Az RO-55 gyári előállítású kereskedelmi keverék, foszforsavas inhibitor. Az áztatás eredménye szép egyenetlen szürke felület. Ezt követte a harangtest tisztítása. Első fázisként egy zsíralkohol-szulfanátos fürdőben történő több napos áztatás volt. Ezt követte egy krómsavas páccal való kezelés. A krómsav szintelen, egybázisú sav. Sőt a kromátokat oxidálószerként használják. A kezelés eredménye egy nagyon vékony oxid réteg, amely a tárgynak selymes fényt ad.

A következő lépés a repedés feltárása, melyet penetrációs repedésvizsgálattal végeztünk el. A felület zsírtalanítása után a jelzőfolyadék felvitele következett. A felesleg letörlése után spré formájában az előhívóval a tárgyat be kell permetezni. kis várakozási idő után a repedésből a jelző folyadékot "előhívja", elszíneződik a repedés helye. A jelzőfesték eltávolítása után grafitporos kefével rögzítettük a repedés vonalát. A harang belsejében is bejelöltük a repedést.

A hiba azonosítása után kicsiny, 1 mm-es furatokat fúrtunk a repedés végpontjaiban. Ezzel megakadályozta a kristályközi törésvonal terjedését a forrasztás után. Kézi turbómaróval mindkét oldalon "V" alakban végig marva a repedés vonalát furattól furatig, mintegy gyököt készítettünk a forrasztó anyagnak. Az alacsony olvadáspontú forrasztó anyagnak ebben a gyökben kell majd végig futnia. Különböző összetételű forrasztó anyagokkal történő próbák után a 750 sz. ezüst, réz, ón ötvözet

mutakozott a legjobbnak. A harang előmelegítése után megtörtént a forrasztás, a külső, belső bema-
 rás
 kitöltése. Levegőn való hűtéssel a hőbevitel okozta feszültségek megszüntethetők. A forrasztás
 felülete csiszolás, polírozás segítségével homogenizálható.



3. ábra: A forrasztás és a kész harang

Következtetés

A harang ismét eredeti formájában csengő hangot ad. A harang hangja a tulajdonos szerint nem
 egyezik meg a hajdan volt zengéssel, de nagyon hasonlít rá. A harang fémszerkezete a törés mentén
 megszakad. A forrasztással az anyag egyesítés megtörtént, de a fém atomszerkezeti összetétele nem
 vált homogénné. Csak fizikai kötés létesült, kémiai, atomszerkezeti kötés csak minimálisan, a
 felhevített harang anyaga és a forrasztóanyag határfelületén alakulhatott ki.. A felmelegítés a repedés
 környezetére korlátozódott, a harang anyaga vitte tovább a hőt. Az elvégzett munka eredménye
 esztétikailag és hangzásában is kielégíti az elvárt szintet.

Irodalom

- [1] Bodgál Ferenc: A Borsod-Abaúj-Zemplén megyei cigányok fémművessége (Ethnográfia, 1965).
- [2] Csatkai Endre: A vasmegeyei harangöntőkről (Vasi Szemle, 1937)
- [3] Csatkai Endre: Csengőöntés ősi módon Hajdúböszörményben (Debrecen, 1931)
- [4] Mikó B.; Csesznok S.; Kóhalmi D.: Szilikon öntőminták készítése, MCAD 2009. április I. évfolyam 2. szám
 p.17-19. ISSN 2060-5519
- [5] Mikó Balázs, Hervay Péter, Hímer Zoltán, Karches Attila, Katona Péter: Veterán gépjármű alkatrészek
 rekonstrukciója korszerű eljárásokkal; Gyártóeszközök, szerszámok, szerszámgépek; 2012/1 p.48-53. ISSN
 1587-6853

Hervay Péter*, egyetemi adjunktus

Horváth Richárd*, tanársegéd

Teizenhoffer Gyula, szakrestaurátor

Lektorálta: **Dr. Mikó Balázs***, egyetemi docens

*Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.

Telefon / +36-1-6665332, e-mail: hervay.peter@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ALGATECHNOLÓGIAI BESŰRÍTÉSI MŰVELETEK

HODAI Zoltán, HORVÁTH Géza, HANÁK László, BOCSI Róbert

Abstract

We have designed, built and operate special algae technology systems to produce biodiesel blending components, to absorb CO₂ from industrial flue gas and for the industrial wastewater treatment. The critical points of the technology are the concentration of the algae suspension and the extraction because of the high investment and operating costs and high operational time. Our research is primarily focused on processing the algae suspension so the produced cultures can be separated more economical and less operation time because the reason for existence of the algae technology in this direction is depend on this step. Our aim is to separate the algae mass faster and more economical from the starter solution. The optimization of the separating operations and technologies take notice of the environmental and economic aspects.

Key words:

algae technology, carbon dioxide absorbtion, microalgae, separation, membrane.

Összefoglalás

Biodízel keverőkomponens előállítására, ipari füstgázból történő CO₂ elnyelésére, valamint ipari szennyvíz tisztítására terveztünk, építettünk és működtetünk speciális algatechnológiai rendszereket. A technológia kritikus pontjai az algaszuszpenzió besűritése és az extrakció, a magas beruházási és üzemeltetési költségek és a nagy műveleti idők miatt. Kutatásaink elsősorban az alga szuszpenzió feldolgozására összpontosítanak, hogy a megtermelt tenyészeteket minél gazdaságosabban és minél kisebb műveleti idővel lehetséges legyen szeparálni, hiszen az algatechnológia ezirányú felhasználásának létjogosultsága, életképessége múlik ezen a lépésen. Célunk az algatömeg minél gyorsabb, gazdaságosabb szeparálása a tápoldattól. A szeparációra irányuló műveletek, technológiák optimalizálása, környezetvédelmi és gazdasági szempontok figyelembe vételével zajlik.

Kulcsszavak:

algatechnológia, szén-dioxid abszorpció, mikroalga, szeparáció, membrán

1. Bevezetés

Az energiatermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel. Egyrészt a tápoldatban lévő szerves sókat, egyszerű szerves vegyületeket, másrészt a reaktortérbe juttatott CO₂-ot (füstgáz) [1].

A kultúra számára elérhető fény a fotoszintetizáló szervezetek számára egy alapvetően korlátozó tényező, ezért a tenyésztési körülmények biztosításához speciális fotobioreaktorokat terveztünk, építettünk és működtetünk. Ezekkel a reaktorokkal szembeni követelmény többek között, hogy a napfény fotoszintézishez megfelelő spektrumát az algák számára hozzáférhetővé tegye, és műszakilag ellenálló legyen a természeti hatásokkal szemben [2, 3, 4].

A Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén „flat” típusú, zárt fotobioreaktor paneleket működtetünk semi batch üzemmódban.

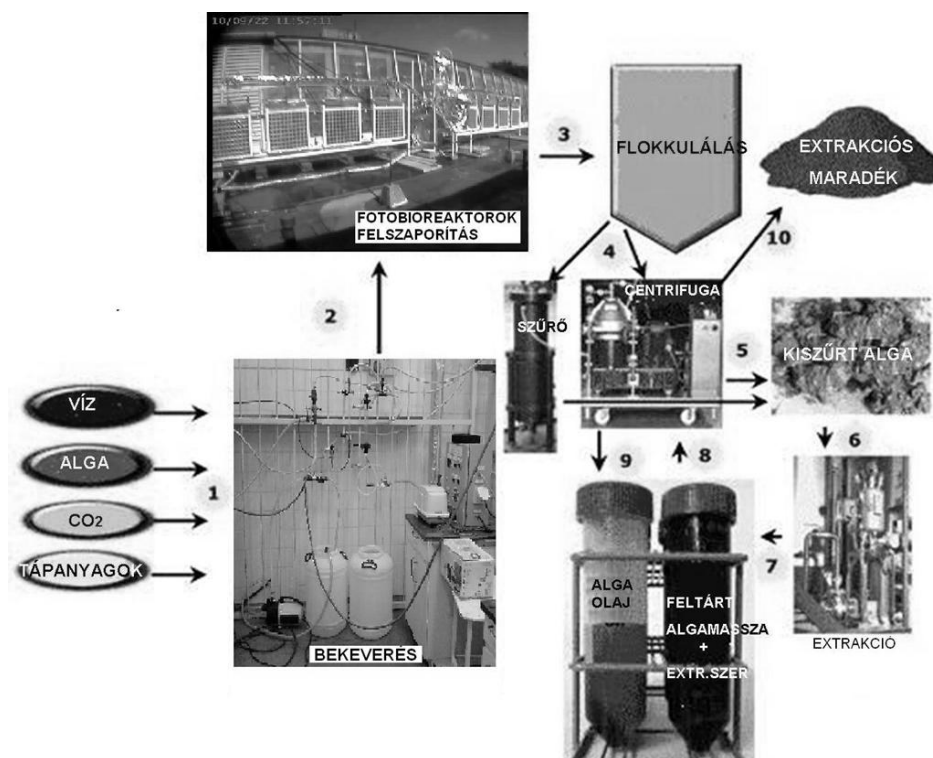
A reaktorok tervezése során egyedi konstrukciós elemeket alkalmazva alakítottuk ki a rendszert, hogy biomassa termelékenysége a helyi mikroklímának megfelelően maximális legyen (1. ábra).



1. ábra. Nagylaboratóriumi fotobioreaktor, szabadban telepített, természetes megvilágítással

2. Szeparációs lehetőségek

A technológia kritikus pontját a magas beruházási és üzemeltetési költségek jelentik, amelyek első sorban a feldolgozás lépése során merülnek fel. A műveleti lánc (2. ábra) központi részét képező biomassa szuszpenzió besűrítési energiaszükséglete döntő szereppel bír az algatechnológia életképességét illetően.



2. ábra. Technológia folyamata

A betakarítás/besűrités kivitelezésére rendelkezésre álló lehetőségeket, azok előnyeivel és hátrányaival az 1. táblázat tartalmazza [5].

1. táblázat. *Algaszuszpenzió szeparációs lehetőségei*

Begyűjtés típusa	Előnyök	Hátrányok
Mikroszűrés	tápanyag újrahasznosítható, koncentrált alga pép	időigényes (1-es térfogatoknál is), kis mennyiségeknél alkalmazható
Centrifugálás	tápanyag újrahasznosítható, gyors	magas üzemeltetési költségek, jelentős biomassza veszteség
Flokkuláció	nagy koncentrációjú algapép, gyors	tápanyag nem hasznosítható, további feldolgozásnál problémák adódnak, költséges
Ultraszűrés	tápanyag újrahasznosítható, koncentrált-tisztított algapép, megfelelő műveleti idő	energiaigényes

Kutatásaink során flokkulációs kísérleteket végeztünk és ezzel párhuzamosan vizsgáltuk az ultraszűrés alkalmazási lehetőségét, működési paramétereit egyaránt. (2.táblázat)

2. táblázat. *Szeparációs technikák összehasonlítása*

<i>Paraméter</i>	<i>Flokkulálás</i>	<i>Ultraszűrés</i>
<i>Energiaigény</i>	<i>kicsi</i>	<i>nagy</i>
<i>Műveleti idő</i>	<i>rövid</i>	<i>hosszú</i>
<i>Vegyszerigény</i>	<i>van</i>	<i>nincs</i>
<i>Környezetterhelés</i>	<i>van</i>	<i>nincs</i>
<i>Folyamatirányítás</i>	<i>nem adott</i>	<i>adott</i>
<i>Standardizáció</i>	<i>nem lehetséges</i>	<i>lehetséges</i>
<i>Folyamatos üzem</i>	<i>nem lehetséges</i>	<i>lehetséges</i>
<i>Tápközeg visszaforgathatósága</i>	<i>nem lehetséges</i>	<i>lehetséges</i>

Sűrítmény stabilitása	<i>nem/kismértékben stabilis</i>	<i>elfogadható stabilitás</i>
További feldolgozás	<i>körülményes (esetenként)</i>	<i>zavarásmentes</i>
Szeparáció rugalmassága	<i>minden sarzsot külön kell vizsgálni</i>	<i>szuszpenzió minőségétől függetlenül alkalmazható</i>

3. Összefoglaló

Az optimálisan alkalmazható flokkulálószer keverék komponenseit definiáltuk (NaOH + Poly-DADMAC + Fe₂(SO₄)₃), a keverék vegyszerszükségletét minimalizáltuk. A flokkulálószerrel nyert sűrítmény, bár kisebb energiával és rövidebb idő alatt kinyerhető, a vegyszermaradványok a további feldolgozásnál nehézségeket okozhatnak.

Az ultraszűrési kísérleteink eddigi eredményeit kiértékelve megállapítható, hogy a permeátum fluxus értékei alapján a különböző koncentrációjú, összetételű szuszpenziókat azonos teljesítménnyel szűrhetők a készülékünkön a vizsgált tartományokban.

Az ultraszűrés végeztével lehetőség nyílik az algasejteket kísérő egyéb anyagok eltávolítására, amely stabilabbá, kezelhetőbbé teszi a kinyert sűrítményt. Kutatási és fejlesztési szempontból kimondottan kedvező, hisz a későbbi feldolgozásnál, illetve analitikai vizsgálatoknál nem adódnak zavaró tényezők, illetve a zavarások mértéke definiálható ez által.

Irodalom

- [1] M. OLAIZOLA, S. M. MASUTANI, T. NAKAMURA: *Recovery and Sequestration of CO₂ from Stationary Combustion Systems by Photosynthesis of Microalgae*, Final report, U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory, 2005, 21-197. oldal.
- [2] G. C. DISMUKES: *Algal Photosynthesis*, Princeton Univ. Press, Princeton, 2008, 12. oldal.
- [3] J. BENEMANN, J. SHEEHAN, P. ROESSLER, T. DUNAHAY: *A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae*, NREL Report NREL/TP-580-24190, 1998, 3. oldal.
- [4] I. H. JUNG, S. H. CHOE: *Growth Inhibition of Freshwater Algae by Ester Compounds Released from Rotted Plants*, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2002, 297-304. oldal.
- [5] B. JEURISSEN, E. POELMAN, N. DE PAUW: *Potential of electrolytic flocculation for recovery of micro-algae*, Resources Conservation and Recycling, 1997, 19. oldal.

Hodai Zoltán, okleveles vegyészmérnök, okleveles kutató-fejlesztő szakmérnök, doktorandus

Munkahely: Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék

Cím: H-8201, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10., Pf. 158.

Telefon / Fax: +3688-624-132/+3688-624-446

E-mail: hodaiz@almos.uni-pannon.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HENGERFELÜLETTEL ÉLEZETT ALAKOS TÁRCSAMARÓ GEOMETRIÁJA

HOLLANDA Dénes, MÁTÉ Márton

Abstract

The classical shaped profiled disk mill geometry cannot ensure the best chip forming conditions in any edge point. As a consequence machined surface quality cannot be increased and the wear on the cutting edge is non-uniform. By applying a cylindrical rake face, the side rake angle will be consistently improved. The present paper shows the calculus of the compared geometry of a profiled module disk mill, in case of applying a cylindrical rake face versus the classical plane rake face. The replacement of the plane rake face with the cylindrical surface, due to its curvature allows the optimizing of the geometry.

Key words:

edge, disk-mill, profile, geometry, rake-face

Összefoglalás

A klasszikus kialakítású alakos tárcsamáró képtelen a forgácsolóél mindegyik pontjában az optimális forgácsképzési feltételeket biztosítani. Következésképpen a megmunkált felület minősége közepes lesz, a szerszámmal pedig a kopás egyenlőtlen. Jelen dolgozatban a hengerfelülettel élezett alakos modul tárcsamáró geometriáját hasonlítjuk össze a klasszikus, sík-homloklapfelületű változat geometriájával. A henger-homloklapfelület görbültsége lehetővé teszi a geometria optimalizálását.

Kulcsszavak:

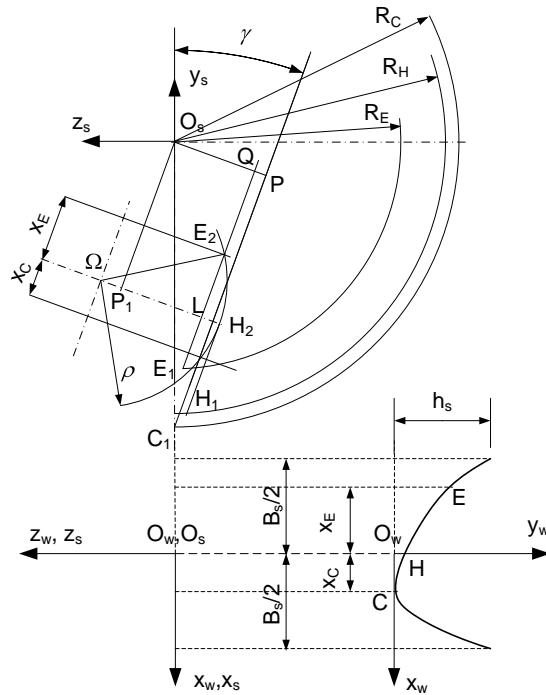
forgácsolóél, tárcsamáró, profil, geometria, homloklapfelület.

1. A hengeres homloklapfelület kialakítása

A hengeres homloklapfelület kialakítása, a klasszikus tárcsamárók esetében csak akkor lehetséges, ha a maró forgácsfőnyája és a profil mélysége megengedi, hogy a speciális, hengergyűrű-kialakítású központi csuklóval hozzáférjünk a fog éli oldalához [1]. Ezt a hátrányt kiküszöböltük a billenthető fogú alakos tárcsamáró szintézisével [2]. A henger-homloklapfelület azért jobb, mint a klasszikus, sík homloklapfelület, mert görbülete által nagyobb oldalhomlokszög-értéket enged meg. A csekély értékű homlokszög a keletkező felület minőségére rossz hatással van.

Az alakos tárcsamáró forgácsoló éle a tárcsamáró generáló forgácsfelületének és a homlok-hengerfelületnek metszéseként jön létre. Jelen dolgozatban bemutatjuk a forgácsoló él geometriájának számítását, anélkül, hogy felírjuk a hát- illetve homloklapfelületek egyenleteit. A geometriát vektormódszerrel számítjuk, a számításhoz szükséges elemeket viszont szintetikus geometriai szerkesztéssel határozzuk meg. A forgácsolóél geometriai modellje az 1. ábrán látható.

Tekintsük a munkadarab profilját az $O_w x_w y_w$ koordináta-rendszerben. Az y_w tengely a profil szélessé-



1. ábra. A henger-homlokfelületű alakos tárcsamaró élpontjainak kiszervezése

gében felezi. Legyen az x_C abszcisszájú C pont a h_s mélységű profil legmélyebb pontja, amit az R_C sugarú élpont generál. A hengerfelületet úgy állítjuk be, hogy tengelye a profil felezősíkjában, az y_w – vel γ szöget zárjon be. Ez a csúcshomlokszög. Ennek megfelelően tájoljuk be azt a hengeralkotót, amelyik az élcsúcson halad át. Megfigyelhető, hogy az alkotókra merőleges vetületben a homlokfelület ρ sugarú körhenger, melynek $\Omega L H_2$ nyomú tengelysíkja az (y_w, z_w) illetve (y_s, z_s) síkokkal egybeeső; világos, hogy a C profilcsúcson áthaladó generátor ettől x_C távolságra kell legyen.

A tetszőleges, x_E abszcisszájú E profilpontot generáló élpontnak azon az alkotón kell lennie, mely az említett tengelysíktól szintén x_E távolságra van. Ennek nyoma az E_2 pont. A keresett élpont az E_2 -n áthaladó alkotó és az R_C - y_E sugarú, O_s központú körív metszéspontja lesz. Hasonlóképpen határozzuk meg a profil középső, H pontját lefejtő H_1 élpontot, mely a H_2 -n áthaladó hengeralkotóra illeszkedik. Az 1. ábrából levezethetjük, hogy:

$$\Delta_E \equiv PQ = R_C \sin \gamma - \sqrt{\rho^2 - x_C^2} + \sqrt{\rho^2 - x_E^2} \tag{1}$$

Jelöljük az E_1 pont sugara és az $O_s y_s$ tengely meghosszabbítása közti szöget θ -val. Észrevehető, hogy $\angle C_1 O_s E_1 = \theta$, ezenkívül, az $O_s Q E_1$ derékszögű háromszögben $\angle O_s E_1 Q = \gamma + \theta$. Ha kifejezzük ez utóbbi szinuszt, és az (1) összefüggést is felhasználjuk, kapjuk, hogy

$$\theta = \arcsin \frac{R_C \sin \gamma - \sqrt{\rho^2 - x_C^2} + \sqrt{\rho^2 - x_E^2}}{R_C - y_E} \tag{2}$$

Figyelembe véve a maró és a munkadarab-profil koordinátarendszerei közötti összefüggést, és a tetszőleges E munkadarab-profilpont koordinátáit $(x_w(u), y_w(u))$ -val jelölve, az él egyenletei a következők lesznek:

$$\begin{cases} x_s(u) = x_w(u) \\ y_s(u) = -(R_C - y_w(u))\cos\theta(u) \\ z_s(u) = -(R_C - y_w(u))\sin\theta(u) \end{cases} \quad (3)$$

2. A konstruktív ortogonális geometria számítása a henger-homloklületű, illetve a sík-homloklületű alakos tárcsamaróra.

A konstruktív ortogonális geometriát a szerszám koordinátarendszerében írjuk fel. Ehhez szükségünk van a választott élpontban a fő forgácsolósebesség feltételezett irányának \mathbf{k}_0 egységvektorára, a vágóél $\boldsymbol{\tau}_1$ érintővektorára, valamint a homlok- és hátfelület \mathbf{n}_γ illetve \mathbf{n}_α normálvektoraira. Az érintősík \mathbf{j}_0 normál-egységvektorát a \mathbf{k}_0 és $\boldsymbol{\tau}$ vektorszorzatából kapjuk. Az ortogonális sík normál-egységvektora \mathbf{i}_0 . A $\boldsymbol{\tau}_1$ érintővektort a (3) egyenletek u szerinti deriválásával kapjuk, a (2) figyelembevételével. A homloklület normálvektora sugárirányú, és az 1-es ábra alapján írjuk fel. A hátfelület normálisát az él érintővektora és az archimédeszi spirális élpontbeli érintővektora vektorszorzataként számítjuk. Ez utóbbit a 2. ábra alapján határozzuk meg. Ha a maró radiál-csúcshátszögének értéke α_v , akkor

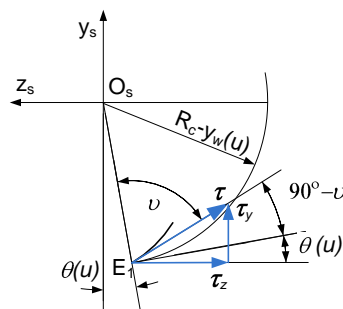
$$90^\circ - \nu = \alpha_x = \operatorname{arctg}\left(\frac{R_c}{R_c - y_w(u)} \operatorname{tg} \alpha_v\right) [3] \quad (4)$$

és ezzel a $\boldsymbol{\tau}$ érintővektor a következő lesz:

$$\boldsymbol{\tau} = 0\mathbf{i} + \sin(\theta(u) + \alpha_x)\mathbf{j} - \cos(\theta(u) + \alpha_x)\mathbf{k} \quad (5)$$

Az ortogonális homlokszög és hátszög értéket az alábbi képletekkel számítjuk ki:

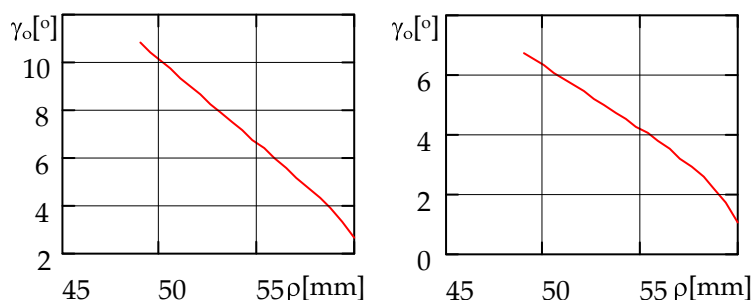
$$\gamma_o = \arcsin \frac{\mathbf{n}_\gamma \cdot \mathbf{j}_0}{|\mathbf{n}_\gamma \times \mathbf{i}_0|}; \quad \alpha_o = \arcsin \frac{\mathbf{n}_\alpha \cdot \mathbf{k}_0}{|\mathbf{n}_\alpha \times \mathbf{i}_0|} \quad (6)$$



2. ábra. A hátfelület-alkotó, a tetszőleges élponton áthaladó archimédeszi spirális érintője

3. Összehasonlító vizsgálat.

A henger-homloklfelülettel élezett, és a klasszikus alakos tárcsamáró geometriáinak összehasonlítására egy $z_1=35$ fogú, $m=5$ mm modulú, $\alpha_0=20^\circ$ kapcsolószögű, profileltolás nélküli fogazat marására alkalmas, $D=120$ mm átmérőjű tárcsamárót tekintünk. A csúshomlokszög értéke mindkét esetben $\gamma_v=10^\circ$, a csúshátszögé pedig $\alpha_v=8^\circ$. A henger sugara $\rho=76$ mm, előszámítás alapján, 5° -os oldalhomlokszög-értékre való beállításból. A számítások eredményeit a MathCad környezet-ben létrehozott, a 3. ábrán feltüntetett grafikonokkal szemléltetjük.



3. ábra. Az ortogonális homlokszög változása az él mentén henger homloklfelületű (baloldalon), illetve sík homloklfelületű modul-tárcsamáró esetén

4. Következtetések / Összefoglaló

A 3. ábra alapján kimondható, hogy az oldalhomlokszög átlagosan kb. 50%-kal növekedett. Belátható, hogy a hengerfelület dőlésének és sugarának megfelelő beállításával a geometria optimalizálható.

Irodalom

- [1] Máté, M., Hollanda, D. *Alakos tárcsamárók forgácsképzésének javítása henger-homloklfelület kialakítással* XVI-ik OGÉT, Brassó, 2008 május 1-4. Konferenciaanyag a Műszaki Szemle különszámában, pp. 217-222, ISSN 1454-0746.
- [2] Máté, M., Hollanda, D. *Új felépítésű alakos tárcsamáró szerkezetéről és geometriai tulajdonságairól*. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVI., Kolozsvár, 2011 március 24-25. Műszaki Tudományos Füzetek, ISSN 2067-6808, <http://dspace.eme.ro/handle/10598-13564>.
- [3] Hollanda, D., Máté, M. *Așchiere și scule*. Editura Universității „Petru Maior”, Tîrgu-Mureș, 2004.

Hollanda Dénes, professor emeritus, PhD; **Máté Márton**, PhD.

Munkahely: Sapienia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék.

Cím: 540485 Románia, Marosvásárhely, O.p. 9. C.p. 4.

Telefon / Fax: +40-265-206210/ +40-265-206-211

E-mail: hollanda@ms.sapientia.ro , mmate@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ALUMÍNIUM ALKATRÉSZEK FORGÁCSOLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA KÍSÉRLETTERV ALKALMAZÁSÁVAL

HORVÁTH Richárd, MÁTYÁSI Gyula

Abstract

The machining of aluminium parts has been made more important in recent years and decades. The aluminium alloys are used by the automotive, aero and war industries increasingly because of their numerous good advantageous mechanical and chemical properties. The most often used cut types are the so-called AlMgSi alloys, of which the most widespread are the reinforced silicon alloys. The surface roughness capacity of a diamond tool was examined by design of experiment. Reduced empirical equation was chosen between the cutting parameters and the measured roughness. The optimal area of cutting parameters was defined.

Key words: aluminium, turning, cutting research, design of experiment

Összefoglalás

Az alumíniumok forgácsolását az utóbbi évek, évtizedek tették szükségsebbé. Mind a járműipar mind a repülőgépipar és a hadászat fokozottan egyre nagyobb arányban használja az alumínium ötvözeteket, számtalan jó mechanikai és kémiai tulajdonságuk miatt. A legtöbb és legelterjedtebb forgácsolással (készre) munkált az AlMgSi ötvözött típus, abból is a szilíciummal erősen ötvözött (un. hipereutektikus ötvözetek). A szerzők ebben a cikkben gyémánt szerszám forgácsolóképeségének vizsgálatát végzik el kísérletterv segítségével. Empirikus összefüggést keresnek a gyártott felületi érdesség és a forgácsolási paraméterek között, valamint optimális forgácsolási paraméter tartományt állapítanak meg.

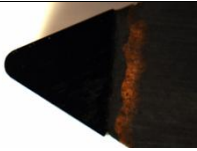

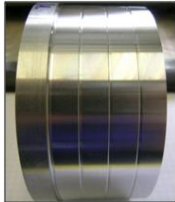
Kulcsszavak: alumínium, esztergálás, forgácsoláskutatás, kísérlettervezés

1. Bevezetés

A kísérlettervezés mint módszer a műszaki élet számtalan pontján található meg [1]. Forgácsoláskutatásban is célszerű használni, a kísérletek számának (és beállításainak) célszerű megválasztása, ill. az eredmények kiértékelése miatt [2,3,4,5,6,7,8].



2. Kísérletben felhasznált eszközök

A felhasznált szerszámot és munkadarabot - annak összetételét – mutatja az 1. ábra

			Al = 74,35 % Si = 20,03 % Cu = 4,57 % Fe = 1,06
szerszám homlokfelülete	szerszám hátfelülete		
<i>a) vizsgált szerszám (DCGW 11T304 FN) CVD-D ISO képe</i>		<i>b) munkadarab képe és összetétele</i>	

1. ábra. Felhasznált szerszám és munkadarab (AS17) képe

A kísérletekhez felhasznált eszközöket mutatja az 2. ábra.

	Maximális fordulatszám	6000 1/min
	Legnagyobb esztergálható átmérő	170 mm
	Max teljesítmény	7kW
	Szerszámpozíciók száma	8
	Szélesség x mélység x magasság	2250 x 1500 x 1900 [mm]
	Tömeg	1200kg
a) NCT EUROTURN 12B CNC		
		
b) Mitutoyo SJ 301 érdességmérő		

2. ábra. Kísérletben felhasznált eszközök

3. Kísérletterv kidolgozása

A vizsgált forgácsolási paramétereket célszerű úgy beállítani, hogy azok megfeleljenek a napjainkban iparban alkalmazott értékeknek, és elégítse ki a „HSC” alkalmazások igényét is. Figyelembe véve a vizsgálatban használt megmunkáló központ (2./a ábra) maximális főorsó fordulátát, illetve a vizsgált alkatrészek viszonylagos „kicsi” (~ 110 mm) átmérőjét, a forgácsolási min-max paramétereket az 1. táblázat tartalmazza. A forgácsolási kísérleteknél meghatározott kísérletterv az ún. central composit terv, (3 faktoros kísérletterv, 5 szinten vizsgálva), amelynek szintjeit a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

$v_{\min} = 500$ m/min	$v_{\max} = 2000$ m/min
$f_{\min} = 0,05$ mm	$f_{\max} = 0,12$ mm
$a_{\min} = 0,2$ mm	$a_{\max} = 0,8$ mm

Az 2. táblázat tartalmazza a vizsgálatba vont szerszámra alkotott kísérletterv mérési pontjainak beállítandó forgácsolási paramétereit. A 15. és 16. mérési pont (közepponban), ellenőrzésre szolgál. Ezek a mérési pontok új darabra, új beállással, külön-külön kerültek esztergálásra.

2. táblázat

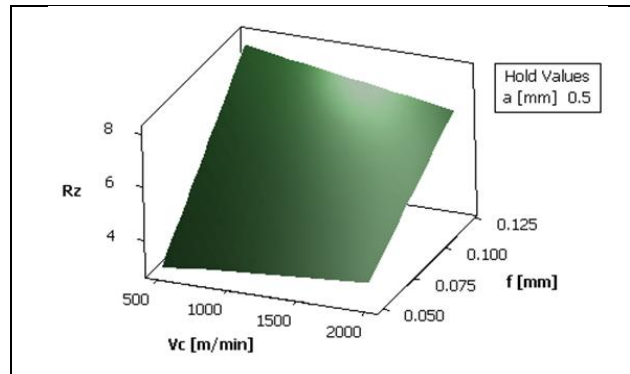
Mérési pontok	v_c , m/min	f , mm	a , mm	Rz_1	Rz_2	Rz_3	$Rz_{\text{átlag}}$	$Rz_{\text{számított}}$
1	667	0.058	0.267	2,440	3,190	2,580	2,737	2,913
2	667	0.058	0.733	3,770	3,260	3,010	3,347	3,153
3	667	0.112	0.267	5,490	4,840	5,070	5,133	5,873
4	667	0.112	0.733	8,190	7,940	8,190	8,107	7,751
5	1833	0.058	0.267	2,710	2,890	3,550	3,050	3,232
6	1833	0.058	0.733	3,860	3,430	3,940	3,743	3,472
7	1833	0.112	0.267	4,640	5,320	5,220	5,060	5,077
8	1833	0.112	0.733	6,620	6,590	6,790	6,667	6,956
9	500	0.085	0.5	5,890	5,630	6,180	5,900	5,468
10	2000	0.085	0.5	5,300	5,290	5,900	5,497	5,161
11	1250	0.05	0.5	3,370	2,970	3,390	3,243	3,226
12	1250	0.12	0.5	7,900	7,860	8,380	8,047	7,402
13	1250	0.085	0.2	5,170	4,170	4,510	4,617	3,785
14	1250	0.085	0.8	5,250	4,370	4,490	4,703	5,149
15 (C)	1250	0.085	0.5	4,960	4,480	4,600	4,680	5,314
16 (C)	1250	0.085	0.5	4,210	5,470	4,710	4,797	5,314

4. Eredmények

A technológiai tervezési gyakorlatban, sok más paraméterrel együtt a forgácsolt felületi érdesség is egy komoly kritérium [9, 10]. A legtöbb esetben célszerű kísérleti tervvel meghatározott mérési pontokra olyan egyenletet illeszteni, ami jól közelíti a mérési pontok eredményét, illetve az ipari alkalmazásokban is „egyszerűen” használható.

4.1 Egyenetlenség magasság (Rz) számítása

Az 3. ábra mutatja az Rz függését a forgácsolási paramétereiktől, a vizsgált tartományban.



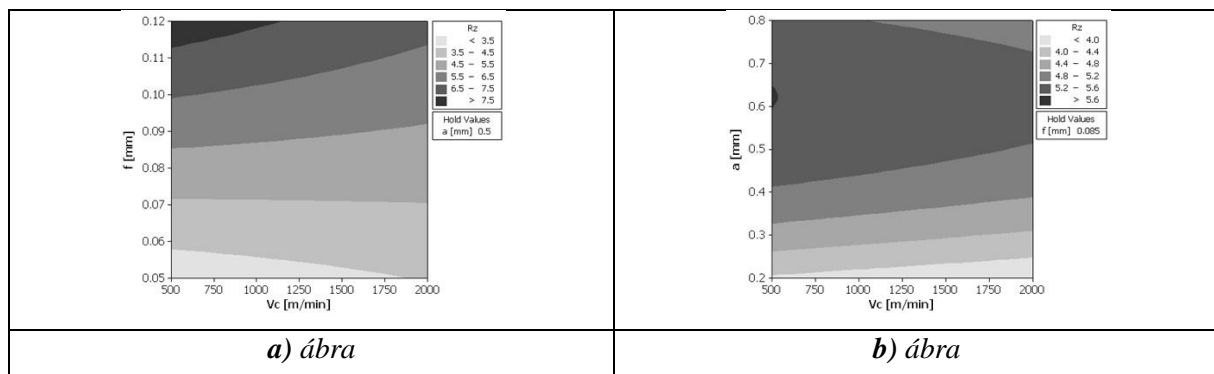
3. ábra Az egyenetlenség magasság függése a forgácsoló sebességtől és az előtolástól

Kereshető az összefüggés, a bemenő adatok (forgácsolási paraméterek) és a kimenő adatok (mért érdességi paraméterek) között. A 3. ábrán mutatott válasz felületre (redukált) egyenletet írhatunk fel, ami megfelelően leírja a mért felületet. Így a forgácsolási paramétereiből könnyen számítható egyenlethez jutunk:

$$R_z = -2.1049 + 0.0013 \cdot v_c + 49.2298 \cdot f + 6.1536 \cdot a - 9.4139 \cdot a^2 - 0.0177 \cdot v_c \cdot f + 65.1062 \cdot f \cdot a \quad (1)$$

4.2 Optimális forgácsolási zónák meghatározása

Felületek elemzésénél, nagyon személetes az ún. szintvonalas ábrázolás (2D-s leképezése, különböző színekkel). A szintvonalak az egyenetlenség magasság nagyságát ábrázolják két változó függvényében, úgy, hogy közben a harmadik paraméter konstans. Ezek a szintvonalak elsősorban a technológiatervezésben segítenek sokat. A szintvonalak (4. ábra) használatának segítségével képesek vagyunk arra, hogy a lehető legnagyobb előtolással és fogással forgácsoljunk, miközben a megadott Rz értéket nem haladjuk meg.



4. ábra Egyenetlenség magasság ábrázolása szintvonalakkal

Az 4. ábrából meghatározható optimális forgácsolási paraméterek a következők: $1250 \text{ m/min} < v_c < 2000 \text{ m/min}$; $0,05 \text{ mm} < f < 0,07 \text{ mm}$; $a < 0,3 \text{ mm}$

5. Összefoglalás

Jelen cikkben a szerzők korszerű gyémánt szerszám érdesség előállító képességét vizsgálták nyomásosan öntött alumínium alkatrészekon kísérletterv segítségével. Empirikus összefüggést állítottak fel a beállított forgácsolási paraméterek és a mért egyenetlenség magasság között. Az érdesség minimalizálása és a termelékenység maximalizálása érdekében szintvonalas ábrázolással optimális forgácsolási paraméter tartományt állapítottak meg.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. (TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások).

6. Irodalom

- [1]Drégelyi-Kiss Ágota, Németh Emil: *Táracsafék gyártástechnológiájának javítása kísérlettervezéssel*, XVI. FMTÜ, Kolozsvár, pp. 79-82.
- [2]Hamadi Aouici, Mohamed Athmane Yaltese, Kamel Chaoui, Tarek Mabrouki, Jean-François Rigal: *Analysis of surface roughness and cutting force components in hard turning with CBN tool: Prediction model and cutting conditions optimization*, Measurement 45 (2012) p. 344-353
- [3]Ilhan Asiltürk, Süleyman Neseli: *Multi response optimisation of CNC turning parameters via Taguchi method-based response surface analysis*, Measurement 45 (2012) 785-794
- [4]Metin Kök: *Modelling the effect of surface roughness factors in the machining of 2024Al/Al2O3 particle composites based on orthogonal arrays*, Int J Adv Manuf Technol (2011) 55:911-920
- [5]Dr. Varga Gyula: *Környezetbarát megmunkálások tribológiai kérdései*, 2006. XI. FMTÜ, Kolozsvár, 375.-378. oldal.
- [6]Dr. Varga Gyula: *Kísérlettervezési módszer környezetbarát megmunkálás esetén*, 1997. FMTÜ, Kolozsvár, 121.-124. oldal.
- [7]Kundrák János - Maros Zsolt - Pap József: *Alumínium-ötvözetek forgácsolása gyémántszerszámmal*. VII. Nemzetközi Szerszámkonferencia és Kiállítás; Előadások: Miskolc, 1989. aug. 29-31. Miskolc : NME, 1989. p. 470-473. Nemzetközi Szerszámkonferencia és Kiállítás (7.) (1989) (Miskolc)
- [8]Kundrák J., Molnár J., Pap J.: *Alumíniumötvözet kis forgácskeresztmetszetű esztergálása*. Korszerű technológiák, No. 110, pp.4-9, 1990.
- [9]Tóth, G.N., Drégelyi-Kiss, Á., Palásti-Kovács, B.: *Analysis of the microgeometric parameters of cut surfaces*, Pollack Periodica, 2013, in press
- [10]István Barányi, Árpád Czifra, Sándor Horváth: *Power spectral density (PSD) analysis of worn Surfaces* Gépészet 2010 Proceedings of the seventh conference on mechanical engineering, Budapest, 2010. május 25-26, (ISBN 978-963-313-007-0)

Horváth Richárd, tanársegéd
Munkahely: Óbudai Egyetem, BGK
Cím: 1081. Budapest, Népszínház u., 08.
Telefon / Fax: +36-1-666-5326
E-mail: horvath.richard@bgtk.uni-obuda.hu

Mátyási Gyula, tanszékvezető, egyetemi docens
Munkahely: Budapesti Műszaki Egyetem, GPK
Cím: 1111. Budapest, Egry József u. 1. T épület
Telefon / Fax: +36-1-463-2515
E-mail: matyasi@manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

SMALL PUNCH VIZSGÁLAT ALKALMAZÁSA MECHANIKAI ANYAGJELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSÁRA

JÓNÁS Szabolcs, SZÁVAI Szabolcs, RÓZSAHEGYI Péter, BELEZNAI Róbert,
KELENFÖLDI Brigitta

Abstract

In this study a procedure to determine the yield stress and ultimate tensile strength of steels using Small Punch Test (SPT) Technique is presented. The SPT method is examined and validated by finite element method and experimental tensile test within a research programme in the field of Small Specimen Test Techniques (SSTT). 22K and X6CrNiTi18-10 steels are tested by the SPT method according to the Code of Practice.

Keywords: Small Punch Test, small specimen, material testing, FEM

Összefoglaló

Ezen cikk a Small Punch vizsgálat alkalmazhatóságát mutatja be folyáshatár és szakítószilárdság meghatározására. A SP vizsgálatot végelesemes modellezéssel igazoltuk. A cikk egy a kisméretű próbatestek vizsgálata területén végzett kutatás eredménye. A kísérleteket, valamint a számításokat két acél (22K, X6CrNiTi18-10) esetén végeztük el a Code of Practice alapján.

Kulcsszavak: Small Punch Test, kisméretű próbatest, anyagvizsgálat, VEM

1. Bevezető

Az aktuális anyagi jellemzők ismerete egyre fontosabb kérdés, különösen atom- és hőerőművek esetén lehet kritikus a mechanikai jellemzők változása. Egyik esetben a neutronsugárzás, másik esetben a kúszás léphet fel, de egyéb folyamatokból származó romlás is hatással van a szerkezeti anyagokra. Az aktuális tulajdonságok ismerete az élettartam számításokhoz, terhelhetőségi vizsgálatokhoz, stb. elengedhetetlenek. Mivel gyakran nem állnak rendelkezésre olyan, szabványos méretű próbatestek, amelyeket ugyanazon hatások értek, szükségessé vált kisméretű, üzemelő szerkezetből vett próbatestek vizsgálata. Az 1980-as évek elején kifejlesztették az ún. Small Punch (SP) vizsgálatot. A vizsgálat a mini próbatestes vizsgálatok közé tartozik, kvázi roncsolás-mentes vizsgálati eljárásnak tekintendő [1]. A SPT jelenleg is a szabványosítás útján van, de folyamatosan kutatják a még nyitott kérdéseket [2]. A vizsgálat eredményes különböző mechanikai tulajdonságok (folyáshatár, szakítószilárdság, kúszási, kifáradási tulajdonságok, átmeneti hőmérséklet stb.) meghatározásában. Az SP próbatestek előállításához elegendő a berendezések falából kis mennyiségű anyag leválasztása, mely mintavételezéséhez speciális, hordozható készülékek állnak rendelkezésre.

2. A Small Punch vizsgálat ismertetése

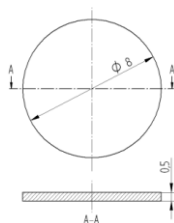
A SP próbatest egy 8mm átmérőjű, 0.5mm vastag tárcsa, amit egy 2.5mm átmérőjű golyóval addig nyomnak, míg az ki nem lyukad.

A vizsgálat során felveszik az erő-elmozdulás diagramot, ebből a regisztrátumból lehet meghatározni az anyagjellemzőket. A módszer segítségével nehezen vizsgálható részek, mint a bevonatok, hegesztési varratok [3] integritása is értékelhetővé válik. Szilárdsági mérőszámokon túl, a módszer alkalmazható kúszási, törésmechanikai és további tulajdonságok meghatározására. A vizsgálatnak azonban van hátránya is számos előnyös tulajdonsága mellett, így talán a legnagyobb problémát a komplex alakváltozások okozzák. Az irodalom szerint [3] mivel a vizsgálat során az SP próbatest biaxiális feszültségi állapotban van, kevésbé megfelelő képet ad az üzemelő nyomástartó edény feszültségi állapotáról, mint a feszültségi tesztek vagy a hajlító próbák.

3. Laboratóriumi vizsgálatok

Két acélminőség vizsgálatát végeztük el, az egyik a 22K gőzfejlesztő alapanyag, a másik egy modell anyag, $X6CrNiTi18-10$. Mindkét anyagból 6-6 próbatest került legyártásra. A próbatestek gyártása két lépésben történt. Az első lépésben nagyolták az alapanyagból készült próba rudat, majd a próbatesteket csiszoló papír segítségével munkálták méretre.

Az SP vizsgálatok egy INSTRON 8874 szervo-hidraulikus biaxiális szakítógépen (0-25kN méréstartomány) lettek elvégezve. A próbatest befogó készülék és szerszám a korábbi kutatások alapján készült Code of Practice (CoP) előírásai szerint készült el [4].



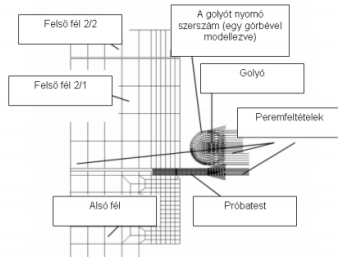
1. ábra. Próbatest geometria **2. ábra.** Mérőgép **3. ábra.** Vizsgálat utáni próbatest

A készülék a következő elemekből épül fel: SP próbatest befogó, menetes leszorító korong, központosító gumigyűrű. A lyukasztó szerszám egy 2.5mm átmérőjű golyó. A próbatest lehajlását alulról extenzométerrel végeztük, a benyomódást pedig felülről mértük. A végeselemes modellezésnél az extenzométer eredményét vettük figyelembe.

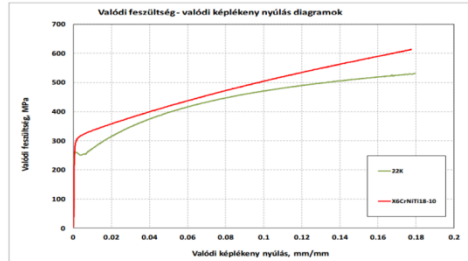
4. Végeselem modell, érzékenység vizsgálatok

A SP vizsgálat elvégzése után tengelyszimmetrikus végeselemes modell készült (**4. ábra**) MSC.MARC&MENTAT programrendszerben. A modellben hengeres szakítóvizsgálati próbatestekből nyert anyaggörbék kerültek megadásra a próbatest anyagminőségének megfelelően. A rendszer merevsége a befogó készülék felépítésében került figyelembevételre, továbbá a összeszorító erő egy, az egész készüléket összetartó rugó elem reprezentálja. A készüléket és a golyót ideálisan rugalmas anyagként vettük figyelembe. A golyót lenyomó tüskét egy görbével modelleztük. A

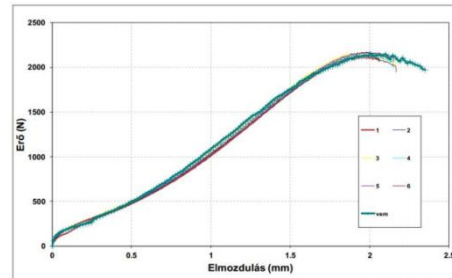
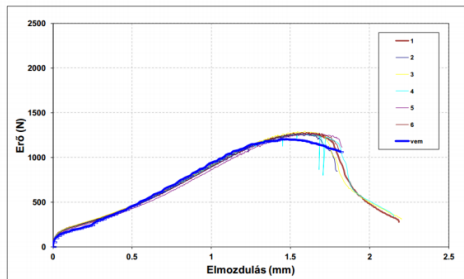
készülék és a golyó összesen 1213 db, a próbatest 600 db 4-csomópontú kvadrilaterális elemből épült fel. Az egyes részegységek érintkezését figyelembe vettük. A golyó mozgását egy elmozdulás függvény írja le. A képlékeny alakváltozás mellett az erő-elmozdulás függvényeket poszt-processzáltuk, majd összehasonlítottuk a mérési eredményekkel (6. ábra).



4. ábra. Végeselem modell



5. ábra. Az acélok anyaggörbéi



6. ábra. Mérési és számítási eredmények összehasonlítása (a) 22K (b) X6CrNiTi18-10

Az eredmények kiértékelését részben a mérések, részben a szimulációk alapján végeztük. A folyáshatár (1. Táblázat) a szakirodalmi összefüggések [5] és technikák alapján került meghatározásra, míg a szakítószilárdság (7. ábra) irodalmi [8] adatokkal lett összehasonlítva.

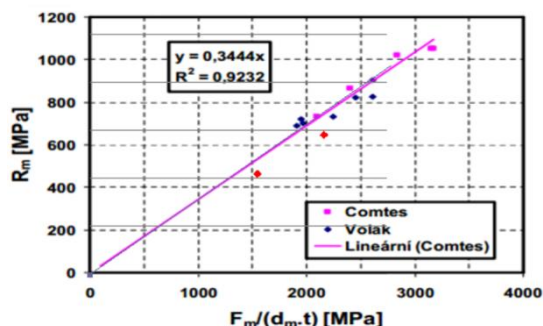
A végeselem modell [6] segítségével érzékenységi vizsgálatok kerültek elvégzésre, ennek egy eredményét mutatja a 8. ábra. Ebben az esetben a súrlódási tényező hatása lett bemutatva. Ezen felül azonban számos tényező befolyásolja a mérés pontosságát, úgymint a felület minősége, a próbatest vastagsági mérete, stb.

$$\sigma_y = \alpha \frac{P_y}{h_0^2} \quad (1)$$

Az (1) összefüggésben szereplő α tényező egy anyagminőségtől függő állandó ($\alpha_{22K}=0.36$ és $\alpha_{X6CrNiTi1810}=0.477$). A P_y a folyáshoz tartozó terhelő érték, ezt az ún. két tangens módszer segítségével lehet meghatározni. A módszer lényege, hogy az SP görbe rugalmas hajlítás és képlékeny hajlítás szakaszán fel kell venni néhány jól megválasztott pontot, és ezen pontokra illesztett egyenesek metszéspontjából származtatható a P_y értéke. A h_0 a próbatest kezdeti vastagsága, jelen esetben 0.5mm.

1. Táblázat Mért és számított folyáshatárok összehasonlítása

	SP Folyáshatár [MPa]	VEM _{SP} [MPa]	Szakítóvizsgálat [MPa]
22K	244	245	250
X6CrNiTi1810	270	276	305



7. ábra. Szakítószilárdság meghatározása

5. Összefoglalás

A Small Punch vizsgálat, ugyan nem szabványos anyagvizsgálati eljárás, azonban ígéretesnek mondható mechanikai jellemzők meghatározására, amikor csak kis mennyiségű anyag áll rendelkezésre méréshez. Magas hőmérsékleten üzemelő szerkezetekre kiterjesztve is van létjogosultsága a módszernek, valamint az öregedési folyamatok vizsgálata és értékelése is megvalósítható. További, nagy mennyiségű próbatest vizsgálata alapján pontosabb eredmények számíthatóak.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OLMOST (On-Line Monitoring of Structures and Fatigue – Szerkezetek és a kifáradás on-line monitorozása) nemzetközi projekt (EUREKA_HU_08-1-2010-0021) és a KIC InnoEnergy Accop keretében jött létre és folytatódik. A szerzők köszönetüket fejezik ki a támogatásért

7. Irodalom

- [1] K. Turba, B. Gülçimen, Y.Z. Li, D. Blagoeva, P. Hähner, R.C. Hurst - *Introduction of a new notched specimen geometry to determine fracture properties by small punch testing* - Engineering Fracture Mechanics, 2011
- [2] I. Nonaka, A. Kanaya, S. Komazaki, K. Kobayashi - *Standardization of Test Method for Small Punch Creep Testing in Japan* - 2010 Ostrava, 1st Int. Conf. SSTT
- [3] T. Linse, M. Kuna, J. Schuhknecht, H.-W. Viehriig - *Usage of the smallpunch-test for the characterisation of reactor vessel steels in the brittle-ductile transition region* - 2008
- [4] Karel Matocha, Roger Hurst - *The European Code of Practice for Small Punch testing – where do we go from here?* - 2010 Ostrava, 1st Int. Conf. SSTT
- [5] Ivan Klevtsov, Andrei Dedov - *Experience in Tensile Properties Determination by Small Punch Test* - 2010 Ostrava, 1st Int. Conf. SSTT
- [6] MSC.Marc&Mentat - *User's Guide*
- [8] P. Konopík, J. Džugan - *Small Punch Test Application to Fracture Toughness Determination in the Upper Shelf Region* - 2010 Ostrava, 1st Int. Conf. SSTT

Dr. Szávai Szabolcs, P.h.D., Osztályvezető
 Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú
 Nonprofit Kft.
 3519, Miskolc, Iglói út 2.
 Telefon: +36-46/560-120
 E-mail: szabolcs.szavai@bayzoltan.hu

Jónás Szabolcs, tud. segédmunkatárs
 Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú
 Nonprofit Kft.
 3519, Miskolc, Iglói út 2.
 Telefon: +36-20/323-1318
 E-mail: szabolcs.jonas@bayzoltan.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN ÜZEMELŐ BERENDEZÉSEK ON-LINE MONITORINGOZÁSI LEHETŐSÉGE

JÓNÁS Szabolcs, SZÁVAI Szabolcs

Abstract

This paper provides an insight into the results achieved so far in the OLMOST project. The main object of the project is the development of a novel on-line monitoring system for equipment operating on high temperature. The stress analysis of a valve using FEM is presented which means the basics for further investigations.

Key words:

On-line monitoring, FEM, Creep, Fatigue

Összefoglalás

A cikkben a folyamatban lévő OLMOST projektben eddig elért kutatási eredményeket mutatjuk be. A projekt célja a magas hőmérsékleten üzemelő berendezésekhez on-line monitoring rendszer kifejlesztése. Egy tolózár vége-selemes modellezés segítségével elvégzett szilárdsági elemzését ismertetjük, mely a kiindulási alapját képezi a további fejlesztéseknek.

Kulcsszavak:

On-line monitoring, VEM, Kúszás, Kifáradás

1. Bevezetés

Az OLMOST (On-Line Monitoring of Structures and Fatigue – Szerkezetek és a kifáradás on-line monitorozása) nemzetközi projekt célja, hogy egy olyan korszerű rendszer kerüljön kifejlesztésre, amely a szerkezeti elemek állapotfelméréséhez és élettartam becsléséhez alkalmazható. A projekt eredményeként egy komplex, szakértői rendszer kerül kifejlesztésre, amely egy vizsgáló és elemző *black box* jellegű termékként realizálódik. A rendszer tartalmazni fogja a terhelés alatti szerkezetek, berendezések mérését lehetővé tevő eszközt (mikro-alakváltozás mérés), a mért adatokat elemző és a döntés hozatalt segítő szoftvert és a vezeték nélküli kommunikációs technológiát. A rendszer moduláris felépítésű kell legyen a továbbfejlesztések miatt. Mindezek alapjául a szerkezetintegritás és a kifáradás értékeléséhez szükséges korszerű módszerek alkalmazása szolgál.

2. Az OLMOST rendszer célja

Az OLMOST rendszer elsősorban a magas hőmérsékleten üzemelő berendezések állapotfelügyeletét lesz hivatott vizsgálni, értékelni. A rendszer célja, hogy csökkentse a váratlan meghibásodások számát, a karbantartást és javítást optimálisan lehessen ütemezni, továbbá a kevésbé tapasztalt üzemeltetők is megfelelő döntéseket hozhassanak az értékelés alapján, illetve azt figyelembe véve. A rendszer vezeték nélküli kapcsolaton keresztül küldi meg a terhelés alatt álló szerkezet

alakváltozásának mérési eredményeit a központi feldolgozó és kiértékelő egységnek, amely tartalmazza az alapanyagok és esettanulmányok adatbázisát, valamint a szerkezetintegritási analízist végző és a meghibásodást azonosító szoftvert.

Mivel az OLMOST rendszer az emelt hőmérsékleten üzemelő szerkezetek felügyeletét kívánja megvalósítani, különleges követelményeknek kell megfelelni. Az általánosan elterjedt rendszerek (nukleáris erőművek, repülőgépek) esetén nincs lehetőség bizonyos hőmérséklet felett alakváltozást mérni, továbbá vezetékes hálózaton működnek. A magas hőmérsékleten működő nyúlásmérő bélyegek igen költségesek. Az OLMOST rendszer a hagyományos technikákkal szemben széles körben kínál megoldást, amit a vezeték nélküli jelátviteli megoldások tovább bővíthetnének.

A kritikus szerkezeti elemek alakváltozásait numerikus szimuláció segítségével is szükséges vizsgálni. A modellek a legkritikusabb szerkezeti elemeket tartalmazzák, így a teljes rendszerre vonatkozó következtetések vonhatóak le a károsodási folyamatokról, illetve a többi szerkezeti elemmel való kölcsönhatásról.

Az OLMOST rendszer a szerkezetben lévő hibák pontos méretét és elhelyezkedését is kimutathatóvá teszi, oly módon, hogy a mért alakváltozásokat összehasonlítja numerikus úton vizsgált feltételezett hibával terhelt szerkezeti elem értékeivel. Dinamikusan terhelt, felületi repedést tartalmazó szerkezeti elemek végrehajtott mérésekből törésmechanikai mérőszámok meghatározása válik lehetővé. Ezek alapján szerkezetintegritási értékelésnek vethető alá az adott szerkezeti elem.

3. Kutatási eredmények

A kutatás jelen fázisában néhány olyan módszert sikerült feltárni, amely alapja lehet az OLMOST rendszer érzékelőinek. Ezen módszerek különböző hatékonysággal, a károsodás különböző szakaszaiban képesek meghatározni a berendezés állapotát. A technikák java részét kísérleti fázisban vannak, de a hazai partner (MEME Kft.) részéről is aktív fejlesztés történik.

A monitoringozásnak azonban megvannak a korlátai, mivel nem lehetséges, de nem is szükséges az összes elemet külön-külön vizsgálni. Egy optimálisan megválasztott mennyiségű vizsgált elemből meg lehet határozni az adott létesítményre jellemző értékeket. A hőerőművek esetén mind a kúszás jelensége, mind pedig a kifáradás és ezek interakciója is jelen van. A vizsgálandó elemek például a csonkok, csővezetékek, gőzfejlesztők, túlhevítők, stb. A folyamatok eredményeként a kúszás és a kifáradás akkumulálódik a berendezésekben. Ennek következménye az egyes elemekben repedések keletkezése, továbbá szivárgás vagy súlyosabb esetben katasztrofális következmények bekövetkezése.

A BARC rendszere [1] a létesítmény transzienseit konvertálja hőmérséklet/feszültség válasz jelekké, végeselem módszert és egy átviteli függvényt alkalmazva. A számításokat az ASME szabványok alapján végzi a rendszer. A transziens folyamatok a hőmérséklet és az áramlási sebesség. A végeselemes program egy transziens hőtani analízist végez.

Az effektív kúszás monitoringozást biztosító érzékelőknek képesnek kell lenni a torzító jelek kiszűrésére. A [2] tanulmányban az ígéretesnek tűnő ún. PD (potential drop – potenciál esés) elven

működő a kúszás korai szakaszában alkalmazható vizsgálatot elemzik. A PD elve, hogy a mikro-szerkezet változása és a károsodás növekedése következtében a kúszási károsodást szenvedő berendezés anyagának elektromos ellenállása mérhetően csökken. A PD vizsgálat az élettartam kb. 40%-ig alkalmazható, ugyanis az ellenállás ezután stabilizálódik és a tönkremenetelhez vezető folyamatok válnak mérvadóvá. Azonban meg kell jegyezni, hogy egyéb változások is közrejátszhatnak az elektromos ellenállás csökkenésében. A [2] szerzői szerint akár hegesztési varratok, illetve hőhatás övezetek kúszás vizsgálatára is megfelelőek lehetnek a PD szenzorok.

4. A szoftver elméleti háttere

Jelen írás a nemzetközi irodalomból feltárt néhány ígéretesnek mondható technikát mutat be. A kutatás ezen korai szakaszában a kúszást és kifáradást értékelő mérnöki módszerek feltárása történt meg [1]-[8]. Ezekben említik azon szabványokat, amelyeket a kifejlesztett szoftverek alkalmaznak a károsodások leírására és értékelésére. A főbb szabványok, előírások a FITNET, RCC-MR, ASME, stb. A [6] tanulmányban említést tesznek a kúszást értékelő RCC-MR és az ASME [7] szabványok hasonlóságára. Az [1]-[5] irodalmakban részletesen ismertették a magas hőmérsékleten üzemelő szerkezetekre, berendezésekre vonatkozó tervezéskor figyelembeveendő módszereket, károsodás leírásmódokat. Ezeket és további módszereket felhasználva, illetve alapul véve kerül megvalósításra az értékelő rendszer.

5. Végeselemes mintafeladat

Az OLMOST projekthez kötődően végeselemes számításokat végzünk, hogy a későbbi mérésekhez összehasonlítási alapul szolgáljanak. Ezen számítások egyik első példája egy tolózárr vizsgálat. A tolózár anyagát tekintve 15H1M1F. Bemeneti paraméterként ismertek az anyagi jellemzők, a tervezési adatok, továbbá a kúszási jellemzők. Ezen adatokat (1. táblázat) figyelembe véve elkészítettük a 3D-s tolózár modelljét.

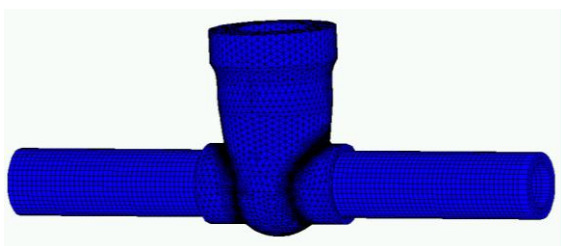
A tolózárát modellezési szempontból kiegészítettük egy-egy csőszakasszal, a csőcsonk átmérő háromszorosának megfelelő elhalási hosszat figyelembe véve. A végeselemes háló generálása, a peremfeltételek megadása MSC.Patran 2010, a számítások és az eredmények poszt-processzálása MSC.Marc 2010.2 programmal történt. A tolózár hálózását 3D-s, 4 csomópontú, lineáris, tetragonális, a kiegészítő csöveket 8 csomópontú hexahedron elemekkel végeztük.

1. táblázat. Végeselem modell bemeneti paraméterei

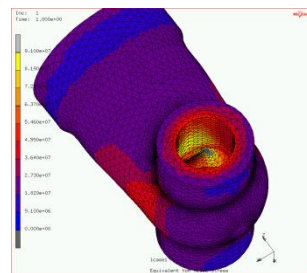
P _m méretezési	T _m méretezési	v	Élettartam/ciklus szám	R _{p0.2} 20°C-on	R _{p0.2} 555°C-on	R _{m20} 20°C-on	E 555°C-on
176.4 bar	555°C	0.3	100000 üő/2500	314 MPa	193.7 MPa	490 MPa	173GPa

A végeselemes számításokban lineárisan rugalmas anyagmodellt használtunk. A modell elemszáma: 216456, csomópontok száma 50357. A számítások alapján üzemi állapotban a tolózárrban ébredő

feszültség a 200.000 üzemórás kúszáshatárt nem éri el ($R_{1/200.000/555} = 91$ MPa). Azonban ébred egy 133.3 MPa nagyságú csúcsheszültség, ami kifáradás szempontjából veszélyes.



1. ábra. A tolózár modellje



2. ábra. A redukált feszültség eloszlása

6. Összefoglalás

Az OLMOST projekt céljaként elérendő termék hasznosításának számos vonzata van, úgymint a karbantartás, a környezetvédelem, de a gazdasági szempontok sem elhanyagolhatóak. A kutatás eredménye nem csak hazai, de nemzetközi szinten is használható eredményt hozhat. A számításoknak és méréseknek köszönhetően olyan adatbázist lehet kialakítani, ami további kutatásokhoz is felhasználható.

7. Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OLMOST (On-Line Monitoring of Structures and Fatigue – Szerkezetek és a kifáradás on-line monitorozása) nemzetközi projekt (EUREKA_HU_08-1-2010-0021) keretében jött létre és folytatódik. A szerzők köszönetüket fejezik ki a támogatásért.

Irodalom

- [1] M.K. Samal , B.K. Dutta, S. Guin, H.S. Kushwaha - *A finite element program for on-line life assessment of critical plant components* - Engineering Failure Analysis 16 (2009) 85–111
- [2] Elhoucine Madhi, Peter B. Nagy - *Sensitivity analysis of a directional potential drop sensor for creep monitoring* - NDT&E International 44 (2011) 708–717
- [3] R. Viswanathan - *Damage Mechanisms and Life Assessment of High-Temperature Components* - ASM International, 1989
- [4] R. K. Penny, D. L. Marriott - *Design for Creep, 2nd edition*, Chapman & Hall, 1995
- [5] G.A. Webster, R.A. Ainsworth, Chapman & Hall High - *Temperature Component Life Assessment* - 1994
- [6] Argonne National Laboratory - *Review and Assessment of Codes and Procedures for HTGR Components* - U.S. Nuclear Regulatory Commission - Office of Nuclear Regulatory Research Washington, DC 20555-0001
- [7] Subsection NH of ASME B&PV Code, Section III
- [8] M. Koçak, S. Webster, J. J. Janosch, R. A. Ainsworth, R. Koers - *FITNET – Fitness for Service – Vol.1 Procedure – 2008*

Dr. Szávai Szabolcs, P.h.D., Osztályvezető
 Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú
 Nonprofit Kft.
 3519, Miskolc, Iglói út 2.
 Telefon: +36-46/560-120
 E-mail: szabolcs.szavai@bayzoltan.hu

Jónás Szabolcs, tud. segédmunkatárs
 Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú
 Nonprofit Kft.
 3519, Miskolc, Iglói út 2.
 Telefon: +36-20/323-1318
 E-mail: szabolcs.jonas@bayzoltan.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

UV LED MODULBAN KIALAKULÓ HŐÁTVITELI FOLYAMAT VIZSGÁLATA

KALMÁR László, HELLMANN Ralf, RÉGERT Tamás, VÍGH Viktor

Abstract

The paper deals with CFD analysis of the heat transport process caused by High Powered LED (Light Emitting Diode) in UV LED Modules. This project is a R&D topic including both the laboratory measurements and the CFD simulations of UV LED Modules. The project is the result of the several year-long joint research activities between the University of Aschaffenburg and the University of Miskolc. First, the **1-UV-LED Module** is introduced, then the measurement after that main steps of the numerical simulation are discussed. Finally the results of measurement and simulation are compared. The second part of the paper deals with a more complex **44-UV-LED Module** and also with its numerical simulation.

Key words: UV-LED Module, Numerical simulation, Heat transport

Összefoglalás

A cikk nagyteljesítményű UV LED modulokban keletkező hőátviteli folyamatok vizsgálatával foglalkozik. A hőmérsékleti méréseket –az előre definiált mérési pontokon- a németországi Aschaffenburgi Műszaki Egyetemen köszönhetően, míg a numerikus szimulációkat a Miskolci Egyetem keretein belül sikerült megvalósítani. Így ez a kutatás-fejlesztési projekt a két képzési intézmény szoros együttműködésének az eredménye. A cikkben bemutatásra kerülő eredmények egy korábbi tanulmány [2] folytatásaként végzett önálló kutatómunka során keletkeztek. Először **1-UV-LED Modulra** vonatkozó laboratóriumi mérések és numerikus szimuláció és az így kapott eredmények összehasonlítása kerül bemutatásra. A cikk második része pedig az előzőnél jóval összetettebb, **44-UV-LED Modulra** vonatkozó numerikus szimuláció részleteinek bemutatásával foglalkozik.

Kulcsszavak: UV-LED modul, numerikus szimuláció, hőátvitel

1. Bevezetés

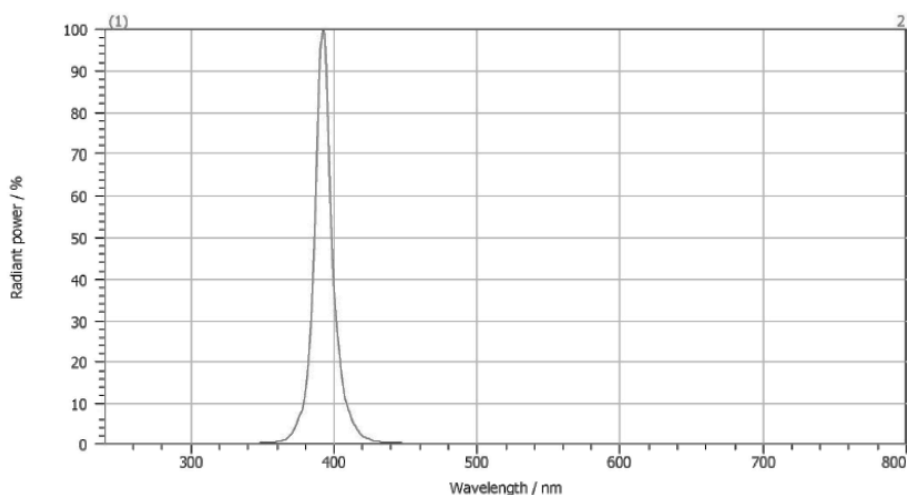
Az ipar az utóbbi időszakban egyre nagyobb figyelmet fordít az UV fény alkalmazásának fontosságára, mivel számos ipari technológiában teret nyert az ibolyántúli fény használata. Elsősorban különböző ragasztóanyagok kötési idejének csökkentésében használatos, de csöveken lévő repedések és hibák feltárásában is segíthet, valamint a hétköznapi életet is javíthatja víztisztító hatása miatt. A hagyományos UV eszközökben az igen rossz hatásfokuk miatt jelentős hőfelesleg keletkezik és ezért az élettartamuk is csekély. Méretük miatt pedig azok nem alkalmazhatóak minden területen. A használatuk során mérgező gázok felszabadulásának veszélyével számolva, pedig bizonyos helyeken tilos a használatuk. Az UV fény előállításához így egy alternatív és hatékonyabb megoldást jelenthet a LED technológia.

2. UV LED modul

Az először vizsgált **1-UV-LED Modul** egy darab UV LED-et tartalmaz, amely egy egyedi készítésű 30 mm x 30 mm-es áramköri lapon került elhelyezésre. Az áramköri lap (használatos elnevezéssel a NYÁK) a jó hővezetés miatt alumíniumból készült és 2 mm vastagságú hordozó rétege van. Ezeket az áramköri lapokat (angol elnevezéssel: Insulated Metal Substrate) nagyteljesítményű eszközök használatkor alkalmazzák, ahol jelentősebb értékű áram folyik a villamos „huzalozáson” át. Emiatt szükség van megfelelő vastagságú szigetelésre, és arra is, hogy az eszköz a hőfeleslegét képes legyen elvezetni. Így a modul 75 µm vastagságú dielektrikummal, és 105 µm vastagságú rézréteggel rendelkezik. Mivel a dielektrikum hővezetési tényezője körülbelül 100-szor rosszabb, mint a közvetlenül alatta található alumíniumé, ezért fontos, hogy feleslegesen ne legyen nagyobb ennek a rétegnek a vastagsága, mint ami a villamos szigeteléshez feltétlen szükséges. Ez által biztosítja a jobb hűtést, aminek köszönhetően nő a berendezés hatásfoka és az élettartama is.

3. A nagyteljesítményű UV LED

A mérés során a Semileds által gyártott SL-V-U40AC típusú UV LED került alkalmazásra. Az **1-UV-LED Modul** kimenő fénytéljesítményének meghatározását Ulbricht-gömb segítségével végeztük, amely értékből a bemenő villamos teljesítmény ismeretében meghatározhatóvá vált a kimeneti hőteljesítmény is.

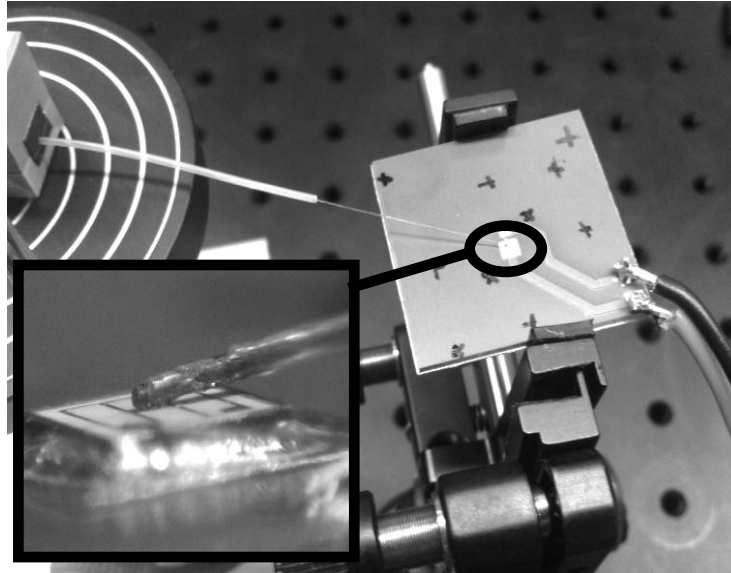


1. ábra. A vizsgált UV LED spektruma

Ahogy az 1. ábrán is jól látható, a vizsgált LED spektruma keskeny tartományban sugároz 392 nm csúcsertéssel, ami az UV fényt igénylő alkalmazásokhoz ideális. A kimenő fénytéljesítmény értéke a bekapcsolást követve 120 mW, majd a modul melegedésével csökkenni kezd és tartós üzem esetén 110 mW is lehet. Így a LED hatásfoka 9% és 10,4% közé esik, amely értéktartomány a LED technológiában rossznak mondható, de ez akár a többszöröse is lehet a hagyományos UV eszközökkel összehasonlítva.

4. Hőmérséklet mérés

A hőmérséklet változásának laboratóriumi méréséhez külső befolyásoló tényezőktől mentes környezetet kellett kiválasztani (ahol nincs pl.: hőmérséklet-ingadozás, változó fényviszonyok, mechanikai rezgések) annak érdekében, hogy az egyes pontokban mért hőmérséklet értékek minél pontosabb közelítést adják a valóságban kialakuló értékeknek.



2. ábra. A modulról készült kép, a LED hőmérsékletének mérése közben

2. ábrán láthatók az **1-UV-LED Modulon** a mérés végrehajtásához 10 db. előre megjelölt mérési pontok. Ezek a pontok szimmetrikusan helyezkednek el és 5, 10, 15 illetve 20 mm távolságra találhatóak az UV-LED közepétől számítva (a UV-LED tetejének közepe az 1. mérési pont, így összesen 11 mérési pontunk van). A mérés során alkalmazott Opsens által gyártott száloptikás OTG-F szenzor 0,05 °C felbontásra képes 5 ms válaszidő mellett. Az érzékelő 150 µm-es átmérője miatt, a jó pozicionálás és a közvetlen kontakt létrehozása érdekében, elengedhetetlen egy mikroszkóp használata. A 2. ábra kinagyított részében látható a vizsgált UV-LED és a hőmérséklet szenzor mérés közbeni pozíciója.

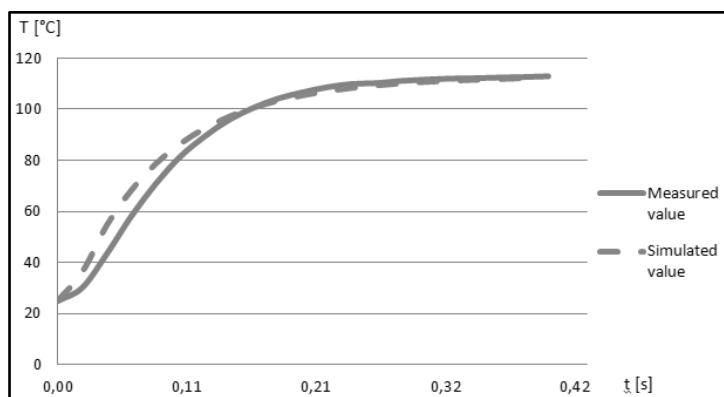
5. Numerikus szimuláció

A teljes számítási tartomány kidolgozása a Gambit 2.4.6. program segítségével készült el, ami két fő részre bontható: a modult körülvevő levegőre (fluid tartomány), és a LED-et tartalmazó modulra (solid tartomány). A modul fent megnevezett rétegeinek és az UV-LED-nek is ismerjük az anyagjellemzőit. Viszont a rézréteg és a LED közötti hegesztés pontos vastagságát és annak hővezetési jellemzőit nem ismerjük. Ezért az „wall” típusként került a kezdetben definiálásra, amelynek a szimuláció során különböző hőtechnikai tulajdonságokat adhatunk meg. A háló az y^+ faltörvény figyelembe vételével került kialakításra, amely a falak közelében 0,05 mm-es kezdeti cellaméretet jelent. Így a teljes

számítási tartomány 3145174 cellából épül fel, amelynek legrosszabb eleme 0,8-as szögtorzulást mutat.

A szimuláció az ANSYS csomag FLUENT 13 segítségével készült el. A futtatás során standard $k - \epsilon$ turbulencia modellt alkalmaztunk, a hegesztés vastagságát pedig 0,1 mm értékre vettük fel. A hegesztés ismeretlen hővezetési tényező közelítő értékét a mért és szimulációból kapott eredmények minél jobb egyezésének felhasználásával választottuk meg. Így néhány szimuláció elvégzése után a hegesztés hővezetési tényezőjére 1,16 W/mK értéket kaptunk.

Figyelembe véve, hogy az UV-LED fő alkotóeleme zafír, ezért jelentősen változik az anyag hőkapacitása a hőmérséklettel arányosan. Mivel a FLUENT szoftver használatakor egy konstans érték adható meg, ezért a futtatása során 1200 J/kgK értéket választottuk, amellyel a mért és számított hőmérsékletváltozást ábrázoló görbék a kezdeti felfutás szakaszában jól közelítették egymást.



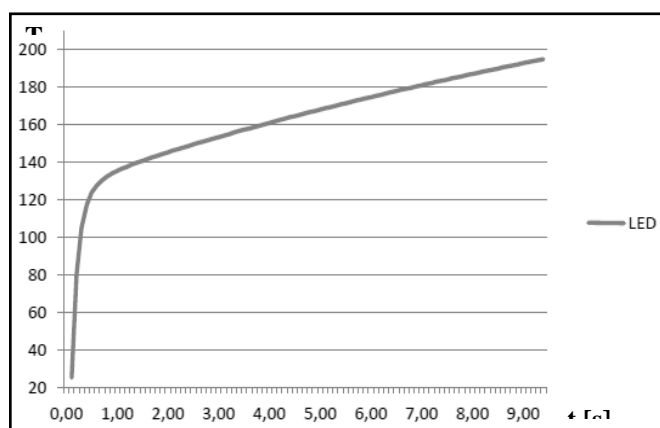
3. ábra. A laboratóriumi vizsgálat során mért és szimulációval számított hőmérséklet értékek összehasonlítása

A 3. ábrán látható, hogy a szimulációval számított és a laboratóriumi vizsgálat során mért eredmények időbeni felfutása, és a „véghőmérséklet” is közel azonos. Vizsgáltuk a hőmérséklet alakulását a szimuláció és a laboratóriumi mérések során passzív módban (csak a modul szolgáltatja álló levegőben a hűtő felületet), és aktív ventilátoros hűtéssel egyaránt. Végeztünk rövid és hosszabb idejű (10-15 perc) méréseket és azokra szimulációkat is végrehajtottunk, amelyek esetén kapott mért és számított értékek hasonlóan jó egyezést produkáltak, mint ami a 3. ábrán látható passzív hűtésre adódott.

6. 44 UV LED-et tartalmazó modul

Az **1-UV-LED Modul** szimulációja során nyert hőtechnikai jellemzők értékeit felhasználva meghatározható a hasonló felépítésű, de 44 db. LED-et tartalmazó **44-UV-LED Modul** hőmérsékletének időbeli változása. A számítási tartomány geometriájának elkészítését követően a hálózás itt is az $y+$ faltörvényt figyelembe vételével készült el. A teljes számítási tartomány 5437889 cellából állt, ami nagy gépi erőforrást követel meg. A teljes tartományra nézve a hálóelemek szögtorzulásának maximális értéke 0,2 alatt maradt.

Mivel a most vizsgált **44-UV-LED Modul** hőteljesítménye 44 szerese az előzőekben vizsgált modul esetében lévő értéknek, ezért a szimuláció során az aktív ventilátoros hűtés alkalmazásával kellett számolnunk. Ebben az esetben a hőteljesítmény ~ 46 W és a kimenő fényteliesség pedig ~ 5 W értékű volt. A 4. ábra jól mutatja, hogy 3 m/s léghűtéssel is kb. 1 másodperc alatt a LED-ek hőmérséklete 130 °C fölé ugrik, ami a bekapcsolást követő 10 másodpercen belül már akár a 200 °C hőmérsékletet is elérheti.



4. ábra. A LED-ek átlaghőmérsékletének alakulása

A fent látható szimulációs eredmény jól tükrözi, hogy a **44 UV-LED Modult** ebben a formában nem szabad alkalmazni, mert az a működtetés során az UV-LED-ek károsodásához vezethet. A használat során legalább hűtőbordával kiegészített aktív léghűtés alkalmazása szükséges. A legcélravezetőbb lehet a megfelelő hűtés biztosítására egy kis helyigényű és hatékony vízhűtéses technológia alkalmazása, biztosítva ezáltal az UV-LED-ek hosszú élettartamát és jó hatásfokát.

7. Összefoglalás

Az elvégzett laboratóriumi mérések és numerikus szimulációs eredmények összehasonlításával számos hőtechnikai anyagjellemző értékére kaptunk használható információt, amely további szimulációk végrehajtását teszi lehetővé. Az így kapott közelítő értékeket felhasználva segítséget kaphatunk nagyteljesítményű és bonyolult UV-LED Modulok hűtőrendszereinek tervezéséhez és fejlesztéséhez, amelynek végrehajtása során a hangsúly a mérésről a szimulációra áttolódva jelentős időbeli és anyagi megtakarításokat eredményezhet.

8. Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka bemutatott eredményei a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként - az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében - az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósultak meg.

Irodalom

- [1] Vígh Viktor: Investigation of Heat Transport Procedure in High Power LED Modules, MSc diplomamunka, Aschaffenburg & Miskolc, 2012
- [2] Varga, Z.,D.: Nagyteljesítményű UV-LED modulban kialakuló hőátviteli folyamat CFD szimulációja, MSc diplomamunka, Aschaffenburg & Miskolc, 2012

Dr. Kalmár László, egyetemi docens
Munkahely: Miskolci Egyetem, Áramlás és
Hőtechnikai Gépek Tanszéke
Cím: 3515, Miskolc – Egyetemváros
Telefon: +36-30-2787917
E-mail: aramka@uni-miskolc.hu

Prof. Dr. Hellmann Ralf, professzor
Munkahely: Applied University of Science,
Aschaffenburg, Németország
Cím: 63743 Aschaffenburg Würzburger Straße 45
Telefon: 06021-4206874
E-mail: ralf.hellmann@h-ab.de

Dr. Régert Tamás, vezető kutatómérnök
Munkahely: von Karman Institute for Fluid
Dynamics, Belgium
Cím: Chaussée de Waterloo, 72B-1640 Rhode-St-
Genèse, Belgium
Telefon: +36-30-4249349
E-mail: tamas.regert@vki.ac.be

Vígh Viktor, MSc hallgató
Munkahely: Miskolci Egyetem
Cím: 3515, Miskolc – Egyetemváros
Telefon: +36-30-2379051
E-mail: vigi3@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KOSZORÚÉRSZTENTEK FÉMMEL FEDETT FELÜLETÉNEK VIZSGÁLATA

**KÁROLY Dóra, KOVÁCS Miksa, TERDIK Attila, BOGNÁR Eszter, DOBRÁNSZKY
János**

Abstract

During our work we compared two examination methods used for investigating the metallic surface area (MSA) of coronary stents. Each measurement process was tried on different type of stents. Both methods aimed at converting the cylindrical stent into a flattened two-dimensional image. The first method was manually performed using a stereomicroscope. The second method, which has recently been developed, is an automatized method using an integrated scanner and rotating engine. We also determined the largest and the smallest cell sizes from these flattened stent pattern. Our findings showed the largest difference between the two methods was the speed and the accuracy.

Key words:

Coronary stent, metallic surface area (MSA), stent pattern, cell size

Összefoglalás

Munkánk során koszorúérsztentek fémmel fedett felületének meghatározására szolgáló módszereket tanulmányoztuk. A méréseket különböző sztenteken, két módszerrel végeztük. Mindkét módszer a sztentmintázat síkba való leképezésén alapszik. Az első vizsgálat sztereo-mikroszkópos manuális eljárás. A második vizsgálat egy új fejlesztésű, automatikus mérési alkalmazás, amely egy szkennert és egy forgatómotort integrál. A síkba leképezett sztentmintázaton meghatároztuk a legnagyobb és a legkisebb cellák méreteit. Az eredményeket és a módszereket összehasonlítottuk; a legnagyobb különbség a gyorsaságban és a pontosságban van.

Kulcsszavak:

Koszorúérsztent, fémmel fedett felület, sztentmintázat, cellaméret

1. Bevezetés

A sztentbeültetés az angioplasztika legfontosabb módszere az ateroszklerózis gyógyítására. A sztent egy kisméretű csőszerű rácsozat, melyet ballonkatéterre szerelve az ér beszűkült területére juttatnak. A ballon feltágítása és eltávolítása után a sztent megtámasztja az artéria falát, így biztosítja a vér szabad áramlását, és az elzárt terület vérellátása helyreáll [1].

2. Fémmel fedett felület

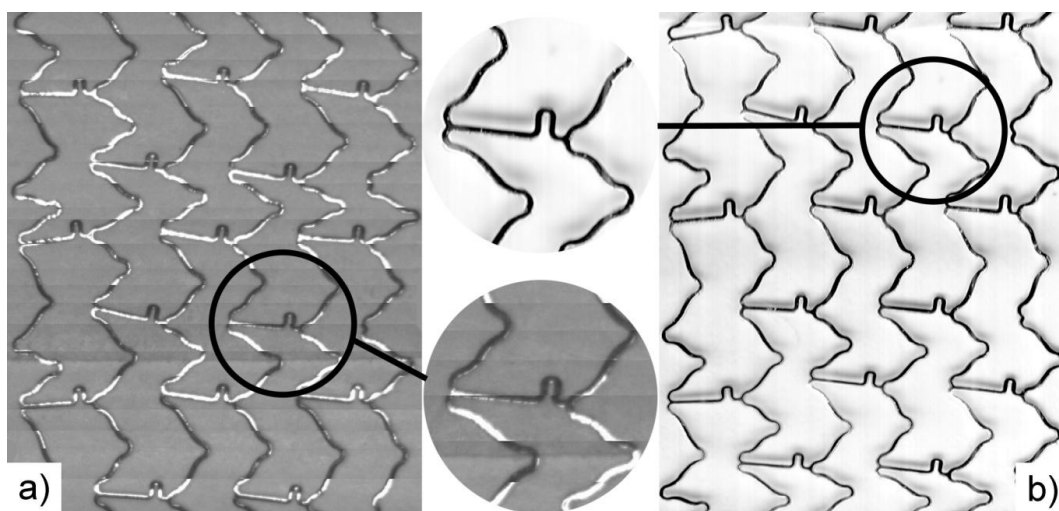
A fémmel fedett felület (angolul: metallic surface area, a továbbiakban: MSA) a fémes anyagú sztentek fontos funkcionális tulajdonsága. Az MSA egy viszonyszám, amely a sztentbordázat által a befoglaló palástfelületből, azaz a sztentelt érszakaszból lefedett rész százalékban kifejezve. Az

angioplasztika hosszú távú sikerességét elsősorban a resztenózis korlátozza, amiről akkor beszélünk, ha egy tágított ér átmérője a normálérték felénél kisebbre csökken. A resztenózis kockázatát a fémmel fedett felület befolyásolja, minél kisebb az MSA, annál kisebb az újraszűkülés lehetősége. A túl kicsi MSA viszont szilárdsági problémákhoz vezethet [2,3,4].

Munkánk során összesen négy darab sztentet vizsgáltunk két módszerrel. A kísérleti módszereket egy 3,0×8 mm-es, L605 CoCr anyagú Boston Scientific Promus típusú sztenten mutatjuk be. A sztentmintázat leképezése során kapott palástteritékről könnyen számíthatók az értágítóbetétet alkotó egyes cellák méretei, elsősorban azok területe, kerülete, illetve a legnagyobb és a legkisebb cellákba illeszthető kör legnagyobb átmérője. Ez a cellulajdonság akkor fontos, ha olyan helyre kell beültetni a sztentet, ahol egy ér-oldalág található, és az orvosnak egy másik értágítóbetéttel vagy ballonkatéterrel a sztent cellái között kell átjutnia az oldalágba.

3. Vizsgálati módszerek

Mindkét módszer a sztentmintázat síkba való leképezésén alapszik (1. ábra). Az első esetben a sztent palástjának egyes szegmenseiről egy mechanikus forgatóberendezés és sztereo-mikroszkóp segítségével nagy felbontású digitális képeket készítettünk. A sztentet 15°-onként elforgattuk, így összesen 24 képet kaptunk, amelyeket képelemző szoftverrel egyesítettünk. Így tudtuk ábrázolni a feltágított értágítóbetét mintázatának terítékét.



1. ábra: A Promus 3,0×8 sztent leképezett palástja, a) manuális módszerrel, b) az automatizált, szkenneres módszerrel leképezve

Az automatikus módszert nemrég fejlesztették ki, célunk a berendezés tesztelése volt, amely egy Canon CanoScan LiDE 700F típusú, 9600 DPI felbontású szkennert és egy forgatómotort integrál. A forgási sebességet és irányt változtatni lehet. Mivel a sztent forog, beolvasás közben a palástfelületről teljes képet kaptunk, így nem kell több képből összeállítani a kiértékelendő végső sztentmintázatot. A képeket mindkét esetben a JMicroVision képelemzőprogrammal értékeltük ki.

5. Eredmények

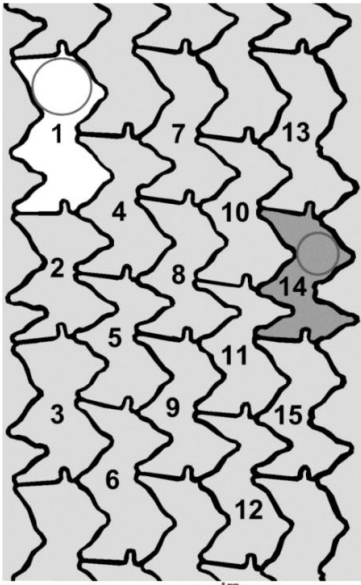
A sztentek fémmel fedett felülete 14–20% között változik (1. táblázat), ami közepes fedettségű tartományba esik, ez optimális az érbelhártya újraképződésének kedvező üteméhez. A különböző mérési módszerek eredményeit összehasonlítva (2. ábra) megállapítható, hogy mindkét képelemzéses méréssel hasonló eredményt kaptunk. A legnagyobb eltérés 1,52 % volt, ami a manuális módszernél a képek összeillesztésének pontatlanságából adódhat.

1. táblázat: Az MSA értékek a manuális és automatikus módszerrel nyert képek alapján

Sztent típusa, mérete (gyártója)	Manuális módszer	Automatizált módszer
Promus 3,0×8 mm (Boston Scientific)	15,38 %	14,51 %
Promus 3,0×12 mm (Boston Scientific)	16,64 %	17,33 %
Integrity 3,0×12 mm (Medtronic) – (1)	18,8 %	20,32 %
Integrity 3,0×12 mm (Medtronic) – (2)	18,2 %	18,25 %

A két metódus között a legnagyobb eltérés a kiértékelés során mutatkozik meg. A szkenneres képet elkészíteni lényegesen gyorsabb (órákban mérhető a megspórolt idő), mivel nem kell több képet összeilleszteni. Ez leginkább akkor játszik szerepet, amikor a sztent 20 mm-nél hosszabb és nem fér el a mikroszkóp látóterében. Ekkor külön képet kell készíteni a sztent mindkét végéről, majd ezeket is külön összerakni, így a képszerkesztésből adódó hiba megsokszorozódik és a felhasznált idő is megnő. A sztereo-mikroszkóppal készült fényképek széle élethen, így hosszabb sztentek esetén a sztentmintázat széle szintén pontatlan lett.

	Manuális módszer	Automatizált módszer
Fémmel fedett felület [%]	15,38	14,51
A legnagyobb cella területe [mm ²]	4,12	4,03
A legkisebb cella területe [mm ²]	2,72	2,70
Átlagos cellaterület [mm ²]	3,33	3,31
Legnagyobb cellába írható legnagyobb kör átmérője [mm]	1,25	1,25
Legkisebb cellába írható legnagyobb kör átmérője [mm]	0,89	0,91
A legnagyobb cella helye	1. cella, fehér színnel jelölve	
A legkisebb cella helye	14. cella, sötétszürke színnel jelölve	



2. ábra. A két módszer mérési eredményei és a Promus 3,0×8 mm sztent kiértékelte palástfelülete az automatizált mérési módszerrel

Ezen kívül az 1. ábrán jól látszik, hogy a sztereo-mikroszkóppal készült képeken a sztent fém felülete csillog. Így a fényes és árnyékos részek látszólag különböző bordaszélességűek, amit a kiértékelésnél korrigálni kell. Ez egyrészt plusz időt vesz igénybe, másrészt pontatlanságot okoz. Ezzel szemben a szkennelrel készült képeknél kiküszöböljük a képek összeillesztéséből származó hibát és a jelentős mértékű csillogást is. Bár ritkán ennél a mérésnél is zavart okoztak a csillanások, de a későbbiekben ezt a sztent belülről való megvilágításával lehetne kiküszöbölni. Ha jó a megvilágítás, akkor egy fekete-fehér képet kaphatunk. Egy megfelelő képelemző szoftverrel (ilyen rendelkezésre áll a laborban az új mikroszkóphoz integrálva), ami magától felismeri a különböző pixeleket az emberi tényező kiiktatásával is ki lehet értékelni az így készült képeket. Ezzel szintén idő spórolható és tovább növelhető a mérés pontossága.

6. Következtetések

A sztentek fémmel fedett felület arányát és cellaméreteit egy mechanikus és egy szkenneres módszerrel vizsgáltuk. A két módszer összehasonlítása után elmondhatjuk, hogy a szkenneres módszer gyorsabb és pontosabb, így ezt javasoljuk további használatra.

Irodalom

- [1] Ning Li, Yuanxian Gu: *Parametric Design Analysis and Shape Optimization of Coronary Arteries Stent Structure*, 6th World Congresses of Structural and Multidisciplinary Optimization, Rio de Janeiro, May 30 – June 3, 2005
- [2] Takács T., és mások: *Az újraszűkülést befolyásoló paraméterek vizsgálata coronariastenteken*, LAM, 2010, 227–233.
- [3] Ring Gy.: *Koszorúérsztentek és más endoprotézisek preklinikai vizsgálata*, BME GPK PhD értekezés, Budapest, 2010
- [4] MSZ EN ISO 25539-2:2009 *Szív- és érrendszeri implantátumok. Endovaszkuláris eszközök 2. rész: Vaszkuláris sztentek (ISO 25539-2:2008)*.

Károly Dóra, Kovács Miksa, Terdik Attila, egyetemi hallgatók

Dr. Bognár Eszter, egyetemi adjunktus

Dr. Dobránszky János, tudományos főmunkatárs

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan L. u. 7. MT épület

Telefon / fax: +361-463-1234 / +361-463-1366

E-mail: matsci@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

TITÁN MINTÁK ANODIZÁLÁSA ÉS BAKTERIOLÓGIAI VIZSGÁLATA

KATONA Bálint, NÁDAI Lilla, NAGY Péter, TERDIK Attila,

BONYÁR Attila, WESZL Miklós, BOGNÁR Eszter

Abstract

Tooth replacement by titanium implants has emerged during the last decade, but unfortunately the number of implant-associated infections is also increasing. The growing resistance of bacteria to antibacterial medicines exacerbates the problem that necessitates the development of alternative solutions. The most common implant materials in dentistry are titanium alloys so the goal of our study was to develop titanium-oxide nanostructures on the surface of titanium implant materials that may impede the attachment of contagious bacteria on the surface. In our experiments three different type of titanium discs were subjected to anodic oxidation. We investigated the effect of voltage (10-200 V) on the surface pattern of emerging TiO_2 . We examined the surfaces by scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM). After surface characterization the discs were subjected to bacterial contamination study. We observed lattice-like nano-structures parallel with the plane of the titanium disc. We found fewer bacteria on these surfaces than on the chemical etched. The parallel TiO_2 nanophase topography may exhibit particular characteristics in terms of chemical and biological activity that could open up new opportunities in nanosurface research.

Keywords:

titanium, anodization, bacteriology, nanostructure, surface treatment

Összefoglalás

Az utóbbi évtizedben jelentős mértékben növekedett a titán fogászati implantátumok alkalmazása, de sajnos a behelyezést követő befertőzések száma is. Ennek fő oka a baktériumok antibiotikumokkal szemben növekvő ellenállóképessége, így a probléma egy alternatív megoldás kifejlesztését sürgeti. A gyakorlatban a fogászati implantátumok titán ötvözetekből készülnek, ezért célunk ilyen alapanyagok felületén olyan titán-oxid struktúrák létrehozása, amelyek gátolják a baktériumok megtapadását. Vizsgálatainkban különböző titán alapanyagokból készült korong próbatesteket anodizáltunk különböző feszültség értékek (10-200 V) mellett. Ezen felületkezelés hatására a felületen különböző titán-oxid struktúrák alakulnak ki. A kezelt titán korongok felületét pásztázó elektronmikroszkóppal és atomerő mikroszkóppal vizsgáltuk meg a kialakuló struktúrák megfigyelése céljából. A különböző paraméterekkel felületkezelt mintákat bakteriológiai kísérleteknek vetettük alá. Az atomerő mikroszkópos vizsgálat során egyes anodizált mintákon „árokszerű” titán-oxid struktúrákat jöttek létre. Ezen minták felületén kevesebb baktériumot figyeltünk meg, mint a maratott minták esetében. Kísérleteink eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a nanoméretű titán-oxid struktúrák biológiai aktivitással rendelkezhetnek.

Kulcsszavak:

titán, anodizálás, bakteriológia, struktúra, felületkezelés

1. Bevezetés

Az utóbbi években jelentősen megnövekedett a titán implantátumokkal történő fogpótlások száma [1]. Ezzel egyidőben azonban az implantátumok bakteriális befertőződésének száma is megugrott, amely sajnos a baktériumok antibiotikumokkal szembeni egyre növekvő ellenállóképességével párosul. A

bakteriális fertőzés továbbterjedésével a befertőződött implantátum nem képes tovább ellátni funkcióját, így annak cseréjére van szükség a súlyosabb szövődmények elkerülése érdekében [2]. Néhány tanulmány foglalkozik a baktériumok megtapadását gátló titán-dioxid (TiO_2) felület létrehozásával [3-4]. Egyes szakirodalmak szerint a nanoméretű felületi TiO_2 struktúrák képesek lehetnek csökkenteni egyes baktériumok megtapadását [5-6].

Célunk, hogy nanofelületeket hozzunk létre különböző titán implantátum alapanyagokon anódos oxidációval és vizsgáljuk a felületek szerkezetét és tulajdonságait az alkalmazott kísérleti paraméterek függvényében.

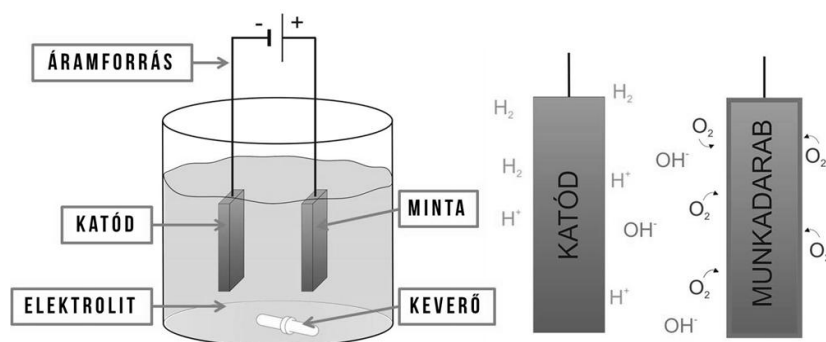
2. Anodizálási kísérletek

Munkánk során három különböző alapanyagból készült korongon végeztük el a kísérleteket. Az anyagok Grade 5-ös, Grade 2-es, és nanokristályos Grade 2-es Ti voltak. Míg a Grade 5-ös jelzésű titán 6 % alumíniumot és 4 % vanádiumot tartalmaz, addig a Grade 2-es jelzésű titán nem tartalmaz ötvöző anyagot. Gyártás szempontjából az első két alapanyagból húzással rudat állítanak elő, míg a nanokristályos Ti alapanyagnál egy könnyöksajtolásnak nevezett eljárást alkalmaznak [7].

Kísérleteinkhez a rudakból 2 mm vastag korongokat munkáltunk ki esztergálással, majd ezeket a korongokat egy gyémánttárcsás vágóberendezés segítségével négy részre vágtuk.

Az anodizálás előtt a próbatesteket kémiai maratásnak, ezt követően pedig elektropolírozásnak vetettük alá. A kémiai maratást az esztergálásból származó sorja eltávolítása, az elektropolírozást pedig a felületi minőség javítása érdekében alkalmaztuk.

Az anodizálás során a munkadarabot anódként kötjük az áramkörbe, majd az anodizáló fürdőbe merítjük (1. ábra). A feszültség hatására az anodizáló fürdőből oxigén szabadul fel, ami fém-oxidot hoz létre a munkadarab felületén. Ezen réteg vastagsága, valamint színe függ az alkalmazott feszültségtől. Előzetes kísérleteink eredményeként a folyamatot 0,1 V/V% hidrogén-fluoridot tartalmazó desztillált vizes oldatban, mágneses keverés mellett, szobahőmérsékleten végeztük el [8]. Kísérleteinkben az alkalmazott feszültségtartomány 10-200 V volt, 10 V-os lépcsőkben növelve.



1. ábra. Az anodizálás során alkalmazott mérési összeállítás és a folyamat egyszerűsített ábrája

3. Bakteriológiai vizsgálatok

A bakteriológiai vizsgálatokat a drezdai Max Bergmann Intézetben végeztük el, alapanyagonként 84 teljes korong mintán. Az 1. táblázat az egyes mintacsoportokon alkalmazott felületkezelések sorrendjét mutatja be.

1. táblázat. A bakteriológiai vizsgálatokban alkalmazott minták felületkezelései

Csoport neve	Alkalmazott felületkezelések sorrendje
Maratott	kémiai maratás
Anodizált I	kémiai maratás – elektropolírozás - anodizálás 30 V-on
Anodizált II	kémiai maratás - anodizálás 30 V-on
Anodizált III	kémiai maratás – elektropolírozás - anodizálás 200 V-on
Anodizált IV	kémiai maratás - anodizálás 200 V-on

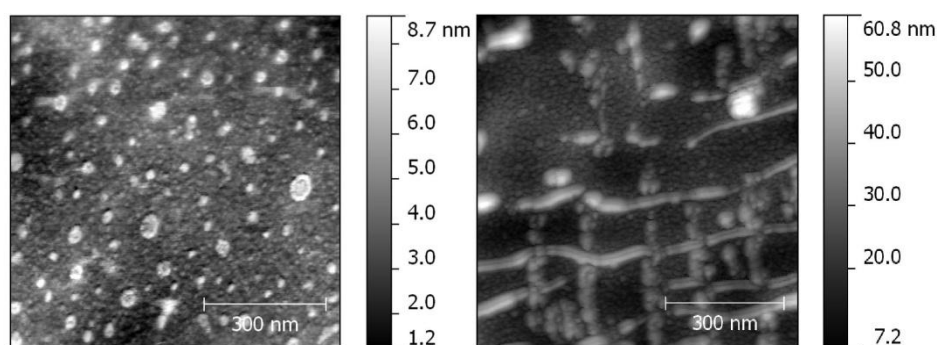
Vizsgáltunk csak maratott mintákat is, mivel a forgalomban lévő implantátumok többségét ilyen felületkezelésnek vetik alá. Ezen minták a későbbi vizsgálatok során referenciaként szolgáltak.

A kísérletekben egy aerob és egy anaerob baktérium törzset használtunk, amelyek megtalálhatóak az emberi szájüregben is. Ezek a *lactobacillus casei* DSMZ 20011 (anaerob baktérium) és a *bacillus sphaericus* NCTC 9602 (aerob baktérium) voltak.

A kísérlet során a baktériumokat 9 napig növesztettük a minták felületén, majd 2,5 %-os glutár-aldehid oldattal lefixáltuk őket. Ennek köszönhetően a felületet vizsgálni tudtuk.

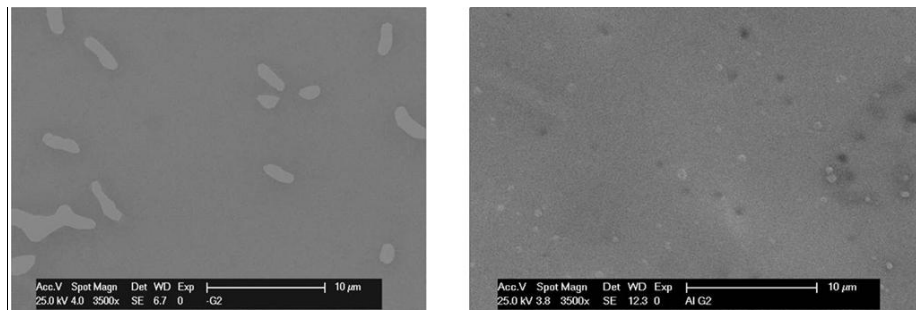
4. Eredmények

Az anodizált mintákat atomerő- és pásztázó elektronmikroszkóppal, a bakteriológiai kísérletekben használt mintákat pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Az atomerő mikroszkópos vizsgálat során a 30 V-on anodizált Grade 5-ös alapanyagú mintákon „árokszerű”, a 200 V-on anodizált mintákon „pontoszerű” nanostruktúrákat figyeltünk meg (2. ábra). Ez utóbbi mindegyik alapanyagra jellemző.



2. ábra. Nano Ti 200 V-on (bal) és Grade 5 Ti 30 V-on (jobb) anodizált felülete

A fixált baktériumokat tartalmazó titán minták elektronmikroszkópos vizsgálata alapján azt feltételezhetjük, hogy az anodizált mintákon kevesebb baktérium telepedett meg, mint a maratott minták felületén (3. ábra). Ezt a feltételezésünket azonban a további kísérleteink során kvantitatív molekuláris biológiai módszerekkel fogjuk alaposabban megvizsgálni.



3. ábra. Egy maratott (bal) és egy 30 V-on anodizált (jobb) minta felületének elektronmikroszkópos képe a baktériumok kiemelésével

5. Összefoglalás

Az anodizálással különböző vastagságú TiO₂ réteget hoztunk létre Grade2, Grade5 és nanoszemcsés Grade2 titán minták felületén. Ezeken atomerő mikroszkópos, valamint bakteriológiai vizsgálatokat végeztünk. Megfigyeltük, hogy anodizálás hatására különböző nanostruktúrák jöttek létre a felületen, amelyek kezdeti eredményeink alapján biológiailag aktív tulajdonsággal is rendelkezhetnek.

6. Irodalom

- [1] D. Criswell: The „Evolution” of Antibacterial Resistance, Impact #378, 2004
- [2] A. Tanner, M. F. J. Maiden, K. Lee et al.: Dental Implants Infections, Clinical Infectious Diseases, 1997, 25(Suppl 2):S213–7
- [3] Y. Chen et al.: Formation of titanium oxide nanogrooves island arrays by anodization, Electrochemistry Communications 12, 2010, pp 86–89
- [4] Carlos Nelson Elias: Titanium dental implants surfaces, Revista Matéria Vol. 15, 2010, pp 138-142
- [5] S.D. Puckett, E. Taylor, T. Raimondo et al.: The relationship between the nanostructure of titanium surfaces and bacterial attachment, Biomaterials 31, 2010, pp 706-713
- [6] D. Mohn, M. Zehnder WJ. Stark et al.: Electrochemical Disinfection of Dental Implants , PLoS ONE, 2011, doi:10.1371/journal.pone.0016157
- [7] J. Gubicza, Zs. Fogarassy, Gy. Krállics et al.: Microstructure and mechanical behavior of ultrafine-grained titanium, Materials Science Forum Vol. 589, 2008, pp 99-104
- [8] Nádai L., Katona B: Baktériumok megtapadását gátló titán-dioxid nanostruktúrák kialakítása implantátum alapanyagok felületén, 2012, TDK

Katona Bálint, MSc hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca 7.

Telefon / Fax: +361-463-1361/+361-463-1366

E-mail: katona@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ELOSZLÁSI FÜGGVÉNYEK NÉHÁNY ALKALMAZÁSA AZ ÉPÍTÉSZETBEN

KISFALUDI-BAK Zsombor, TAKÁCS Petra-Renáta

Abstract

In this paper we deal with the normal and other types of distributions and with their applications. During the investigation of the functions of these distributions, we have observed that the functions could be used in the optimization of some processes in which, if we would use mathematical graphics for the modelling, we would find some extreme, non-equal variations. We found some of these variations in the domain of the constructions, mostly in the area of hydrotechnical engineering. We designed a new structure based on this observation.

Key words:

normal distribution, functions of distribution, hydrotechnical and architectural application

Összefoglalás

Ebben a cikkben a normális és más eloszlásokkal, illetve ezek alkalmazásaival foglalkozunk. A különböző eloszlási függvények tulajdonságainak tanulmányozása során rájöttünk, hogy a függvények felhasználhatóak olyan folyamatok optimalizálására, amelyekben ha matematikai grafikonokat használunk a modellezésnél, egyenetlen, szélsőséges változásokat találunk. Ilyen szélsőséges változásokat találtunk az építészeti tervezésben, ezen belül pedig a hidrotechnikai építészetben. Ezek megoldása érdekében egy új struktúrákat terveztünk.

Kulcsszavak:

normális eloszlás, eloszlási függvények, hidrotechnikai felhasználás, műépítészeti alkalmazás

1. Bevezetés

A normális eloszlás az orvos-, a természettudományok és a műszaki tudományok területén is alkalmazást nyert. Ezt az eloszlást Karl Friedrich Gauss matematikus-csillagászról nevezték el, aki ezt elsőként alkalmazta az égitestek mozgására. A továbbiakban a Gauss-függvényelmélet és más eloszlási függvények általunk kitalált új felhasználási pontjait fogjuk ismertetni. Ezeknél az alkalmazásoknál az eloszlási függvények "optimalizálási tulajdonságait" használtuk fel elsősorban.

Emellett szándékunkban állt kimutatni a Gauss-eloszlás megfigyelhetőségét, így a Bostoni Tudományos Múzeumban (Museum of Science, Boston) és a New Yorki Tudományos Múzeumban (Hall of Science, New York) szemlélték alapján terveztünk és megépítettünk egy saját kísérleti szerkezetet, amely tükrözi a normális eloszlás jelenségét.



1. ábra. A Gauss görbe szemléltetése kísérleti eszközzel

2. A használt eloszlási függvények

Az első eloszlási függvény amivel foglalkoztunk a normális eloszlás sűrűségfüggvénye. Egy X valószínűségi változó $\mu \in \mathfrak{R}$ és $\sigma > 0$ parameterű normális eloszlású valószínűségi változó, ha a sűrűségfüggvénye a következőképpen néz ki:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

ahol μ a várható érték és σ a szórás.

A normális eloszlás eloszlásfüggvénye:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt.$$

A sűrűségfüggvény tulajdonságai:

- 1.1. Tétel. Az f függvény grafikonja az ún. haranggörbe (Gauss-görbe).
- 1.2. Tétel. Az f függvény folytonos és μ -re vonatkozóan szimmetrikus.
- 1.3. Tétel. Minden x valós szám esetén $f(x) > 0$.
- 1.4. Tétel. $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$ és $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$.
- 1.5. Tétel. Érvényes a következő egyenlőség: $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$.
- 1.6. Tétel. Az f függvény szigorúan növekvő a $(-\infty, \mu]$ intervallumon és szigorúan csökkenő a $[\mu, \infty)$ intervallumon.
- 1.7. Tétel. Az f függvénynek $(\mu \pm \sigma)$ pontokban inflexió pontja van.
- 1.8. Tétel. Az f függvény maximuma $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$, melyet μ -ben (középérték) vesz fel.

A második eloszlási függvény amit tanulmányoztunk és alkalmaztunk a következőképpen néz ki:

$$f : [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = -\frac{3(x-1)^2}{2+(x-1)^2} + 3.$$

3. Új mérnöki alkalmazások

3.1. Hidrotechnikai felhasználás

Olyan esetek után kutattunk, ahol ha matematikai grafikonokat használunk az ábrázoláshoz, szélsőséges változásokat figyelhetünk meg. Ezekben az esetekben a függvény megfelelő felhasználásával optimalizáló szerkezetet valósíthatunk meg. Ilyen esetre találtunk a hidrotechnika területén. Ha egy folyó keresztmetszetén ábrázoljuk a sebességvektorokat, egy Gauss-függvény által leírható görbét kapunk. Ennek oka a sávok közötti súrlódás és a sávok rugalmassági együtthatója. Azon vízszáv, amely egy talajsávval érintkezve halad, kisebb sebességgel fog rendelkezni, mint azok a vízszávok, amelyek más vízszávon haladnak. Tehát egy folyó keresztmetszetének leggyorsabb pontja a vízszípszél közepes pontja, és minden irányba haladva csökken ez a sebesség a talajsáv közeledtével. Ezzel ellentétben a gyűjtőgátak alapi csapjai aránytalanul nyílnak. A mostani nyitási módszer alapján csak kevés számú csapot használnak általában a nyitásnál, az összes csapot csak történelmi maximális hozam esetén nyitják. Mivel kevés csapot nyitnak, azok közel teljesen ki kell nyílnanak. Így nem csak a használt csapok mögötti közvetlen terület károsodik, hanem lassítja a folyó normál sebességgörbéjébe való visszaállást és növeli a folyó szilárd anyaghozamát.

Ennek megoldására terveztünk egy programot ami arra alapszik, hogy az összes csap kinyílik bizonyos mértékben, és a csapok nyílásszögük alapján normál eloszlásúak. Így bizonyos hozam elérése érdekében a közepes csap nyitása lesz a legnagyobb szögű és a szélső csapok nyitása lesz a minimális. Az alapképlet, amiből kiindultunk: $Q = S \cdot V$, azaz a hozam egyenlő a keresztmetszet területe és a sebesség szorzatával. Ez alapján S lesz az az összterület, amelyet a csapok nyitásával el kell érünk. Minden csapnak megfeleltettünk egy állandót, amely az adott csap nyitási területének és a közepes csap nyitási területének hányadosa: $k_i = \frac{y_i}{y_{\max}}$. Ezeket az állandókat összegezve kaptuk az

összállandót: $K = \sum_{i=1}^n k_i$. Ezek alapján a közepes csap nyitási területe: $S_{\max} = \frac{Q}{V \cdot K}$, valamint az

egy csap nyitási területe: $S_i = S_{\max} \cdot k_i$.

A csapok formája és nyitási módozata különböző, ezért kiszámoltuk a leggyakoribb esetekre a nyitási területeket: téglalap keresztmetszetű csap; kör keresztmetszetű, függőleges irányba nyíló csap; kör keresztmetszetű, középpontú szögnyitás; kör keresztmetszetű, perempont körüli nyitás esetén.

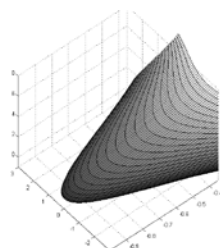
3.2. Műépítészeti alkalmazás

Az építészetben már használták a normális eloszlási függvény grafikus képének alakját, de csak az épületek külalakját tették jellegzetessé, így viszont csökkent a hasznos beltér. A mi építészeti

alkalmazásunkban az eloszlás görbéjének alakjával nem az épület formáját módosítjuk elsősorban, hanem a különböző eloszlási függvények alkalmazásával nyerjük a legkihasználhatóbb belterű formát. Felmérést végeztünk az egyének helyválasztásával kapcsolatosan egy színházi ülötéren. Két kérdésünk volt: 1. Egy színpad előtt található tíz egymás melletti székből álló széksorból hányadikon foglalna helyet? 2. Hányadik emeleten foglalna helyet egy 8 szintes színházban?

A feldolgozott eredmények alapján az első kérdés válaszai esetében érvényes a haranggörbe, vagyis legtöbben középen szeretnek ülni, míg csak páran foglalnának helyet a szélső üléseken. A második kérdés válaszainak eredménye leírható a másodikként tanulmányozott függvény grafikus képével.

E két felmérés alapján megterveztük az igényekhez mért Ideális Nézőterű Színházat, amely egy átlagos közönség igényeinek leginkább megfelelne. Ez természetesen csak egy ideális szélsőséges eset, gazdasági szempontból nem előnyös, mivel a színházak esetén a legfontosabb végérték az ülések (azaz az eladható jegyek) száma. Több férőhelyet pedig úgy érnek el, hogy a hátsó sorokba és a felső emeleteken is több széket helyeznek el. Ezekben az esetekben a különböző eloszlások a színház karbantartásában és tisztításában segít, például kimutatja az ülészuzatok cserélésének szükségességi idejét a színház bármely pontjában.



2.ábra. Az igényekhez mért Ideális Nézőterű Színház

4. Következtetések

Különböző eloszlásokat használtunk fel a műépítészetben és a hidrotechnikában megjelenő bizonyos folyamatok optimalizálására, és egy új struktúrát terveztünk. Emellett egy saját kísérleti szerkezetet építettünk a normális eloszlás jelenségének tükrözése érdekében.

Köszönetnyilvánítás

Külön köszönet illeti a “Collegium Talentum” intézetet a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

Irodalom

- [1] Bauer ,H.: *Probability Theory*. Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1996.
- [2] Soós A.: *A valószínűségszámítás elemei*, Egyetemi Kiadó, Kolozsvár, 2001.

dr. Gobesz Zsongor, egyetemi docens, **dr. Kassay Gábor**, egyetemi tanár, **drd.** Farkas Csaba
Kisfaludi-Bak Zsombor, egyetemi hallgató Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar
Takács Petra-Renáta, egyetemi hallgató Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Matematika-Informatika
Kar, Kolozsvár

E-mail: zsombi_kisfaludi@yahoo.com, t_petra92@yahoo.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MÁSODLAGOS FÁZISOK KIVÁLÁSÁNAK VIZSGÁLATA AISI 316 AUSZTENITES KORRÓZIÓÁLLÓ ACÉLBAN

KOCSISOVÁ Edina, DOMÁNKOVÁ Mária

Abstract

The process of the secondary phases precipitation controls the mechanical and physical properties of the stainless steels. The goal of this analysis is characterisation of the chosen factors (temperature expositions and deformation) influencing kinetics of the secondary phases precipitation at the grain boundaries. The improvement of the commercial steel properties relies on an accurate prediction of the microstructure.

Keywords:

Austenitic stainless steel, precipitation, microstructure, corrosion, deformation, heat treatment.

Összefoglalás:

A másodlagos fázis kiválása befolyásolja a korrózióálló acél mechanikai és a fizikai tulajdonságait. A tanulmány célja megvizsgálni adott tényezők (hőkezelés, maradó alakváltozás) hatását a másodlagos fázis kiválásának kinetikájára a szemcsehatáron. Az acélok tulajdonságainak javításához szükséges a kialakuló mikroszerkezet pontos ismerete.

Kulcsszavak:

Auszténites korrózióálló acél, kiválás, mikroszerkezet, korrózió, alakváltozás, hőkezelés.

1. Bevezetés

A korrózióálló acélok kémiai összetétele biztosítja a korrózió elleni védelmet különböző munkaközegekben. A korrózió kinetikájának meghatározása igen bonyolult. A károsodási folyamatokat tekintve azonban különböző matematikai összefüggések alkalmazhatók a folyamat sebességének meghatározására [1].

Az auszténites korrózióálló acél kitűnően ellenáll a korrózióknak, jól hegeszthető, ezért gyakran alkalmazzák szerkezeti anyagként a kémiai, petrokémiai iparágban és az energetikában [2]. Az energetikai és vegyipari létesítmények hegesztett kötéseiben különböző korróziós problémák léphetnek fel, amelyek közül jelentős a szemcseközi korrózió. A szemcsék belsejéből a Cr a szemcsehatárra vándorol és $(\text{Fe,Cr})_{23}\text{C}_6$ formájában kiválik. Különösen veszélyesek az 500...900°C-ra felhevült varratrészek, mert 500...900°C között rideg, kemény (800...1000 HV) rendezett rácsú szilárd oldat (σ -fázis) kiválási veszélye áll fenn, jelentősen rontva az acél szívósságát és korrózióállóságát. Az acélok szövetszerkezetének kialakulásában mind a kémiai összetétel, mind a

hevítési-hűtési folyamatok jelentős hatással bírnak. Azonos ötvözőtartalmú acélok mikroszerkezete hőkezeléssel megváltoztatható [3,4].

Ha a króm tartalom a passziválási érték alá süllyed (körülbelül 12 tömeg %) az acél korróziós szempontból gyengül [5,6], ebben az állapotban érzékenyebbé válik a szemcseközi korrózióra és a feszültségkorrózió okozta repedésre. Az acél korrózióállóságának csökkenése bekövetkezhet hőkezelés során, ha a hűtés a homogenizálási hőmérsékletreől kis sebességgel történik vagy hegesztési folyamat közben (hőhatásövezet jelenléte) vagy melegalakítás során is. A korróziós hajlam kialakulásának mértékét a következő tényezők befolyásolhatják: az acél kémiai összetétele, szemcseméret, alakítás mértéke, hőmérséklet és a hőtartási idő a kritikus hőmérséklet-tartományban valamint a szemcsehatár jellege, stb. [7].

Jelen tanulmány célja a hőtartás és az alakváltozás hatásának vizsgálata az acél korróziós hajlamának kialakulására. Vizsgálatainkkal főleg az alakváltozás mértékének hatását tanulmányoztuk a másodlagos fázisok kiválási folyamataira.

2. Kísérleti anyag és vizsgálati módszerek

Kísérleti anyagként az AISI 316 jelölésű ausztenites korrózióálló acélt alkalmaztunk, amelynek kémiai összetétele az 1. táblázatban található.

1.táblázat. Az AISI 316 jelölésű acél kémiai összetétele (tömeg %)

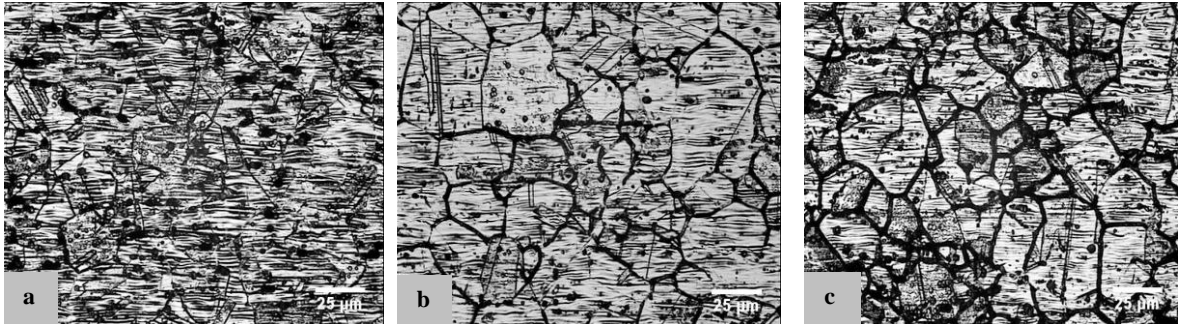
Acél	Vegy összetétel (tömeg %)								
	C	N	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
AISI 316	0,050	0,032	0,47	0,86	0,003	0,001	17,55	11,56	2,10

A kísérleti acél 12 mm vastag, hidegen hengerelt lemez volt, amelyet 1050 °C- on oldó izzítással 1 órán át hőkezelték, majd gyorsítással lehűtöttek. A próbadarabok egy részét maradékalakváltozásnak tettük ki, az alakváltozás mértéke az egyes darabokon 20, 30 és 40 % -os volt. A próbadarabokat ezután 400–900°C közötti hőmérsékletre hevítettük, ahol 0,1-től 1000 óráig hőtartottuk. A próbadarabokon metallográfiai előkészítés után fénymikroszkópos vizsgálatot végeztünk, majd ASTM A 262 előírás szerinti korróziós vizsgálatot hajtottunk végre a vizsgált acél korróziós hajlamának feltérképezésére. Az ausztenit szemcsehatárain megjelenő másodlagos fáziskiválások részletes tanulmányozását transzmissziós (átsugárzásos) elektronmikroszkópos (TEM) vizsgálattal végeztük, amelyet elektrondiffrakciós (ED) vizsgálatokkal, illetve energiadiszperzív spektroszkópiával (EDX) egészítettünk ki.

3. Vizsgálati eredmények

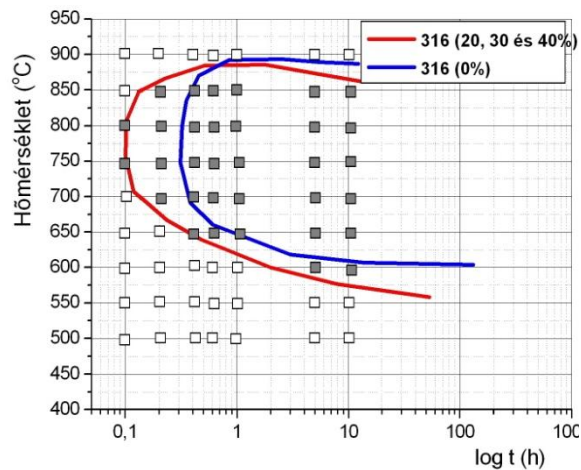
A vizsgált acél oxálsavban végrehajtott korróziós vizsgálat utáni mikroszerkezetét az 1. ábra mutatja. A szövetszerkezet ausztenites szemcsékből áll, jellegzetes izzítás utáni ikerkristályokkal. A szemcsék poliéderekesek, a szemcseméret nem egyenletes. Az 1.a ábra az acél oldó izzítás utáni állapotát mutatja,

a korróziós károsodás részleges. Az 1.b ábrán látható szövetképen a szemcsehatár részleges lyukkorrózió jeleit mutatja. A szemcsehatárok teljes korróziója az 1.c ábrán látható. A szemcsehatárok korrodálódtak, az acélban kristályközi korrózió ment végbe, az acél szenzibilizációjáról beszélhetünk.



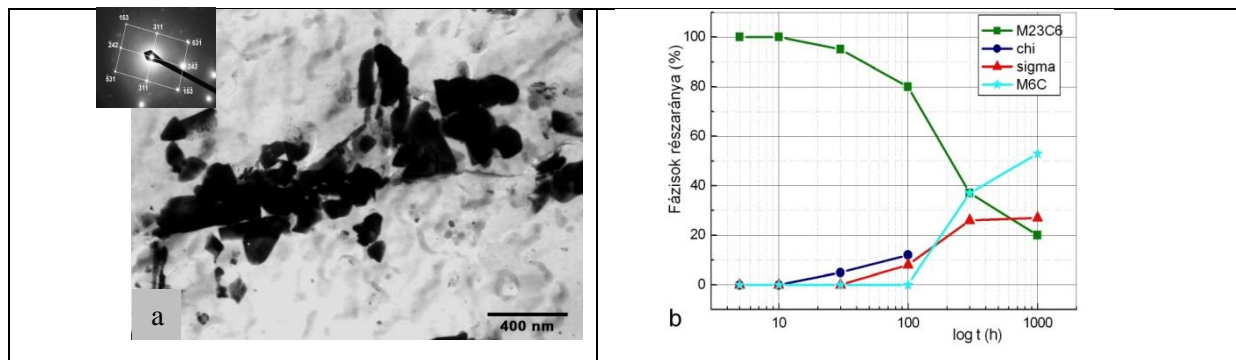
1. ábra. Az AISI 316 jelölésű acél jellegzetes szövetképei korróziós vizsgálat után
 a) oldó izzítás, b) 800°C/10 min hőntartás, c) 800°C/10 óra hőntartás után

A korróziós vizsgálat eredményei alapján TTS diagramot (T-time, T-temperature, S-sensitisation) szerkesztettünk. A 2. ábrán látható a vizsgált AISI 316 jelölésű acélhoz tartozó TTS diagram, 0%-os alakváltozás, illetve az alkalmazott mértékű alakváltozások után. A korróziós vizsgálat érzékenysége nem tette lehetővé a különböző mértékű deformáció hatásának kimutatását. Az eredmények elemzése alapján, a C-görbék helyzete az alakváltozási mértéktől függetlenül megegyezőnek mondható. A deformált próbadarabok esetében felvett C-görbe balra tolódott el (a rövidebb idők felé) a nem alakított próbadarabhoz képest (0% alakítási mérték).



2. ábra. AISI 316 jelölésű acél TTS diagramja

A 3.a ábrán a TEM vizsgálatához készített replika részletesen mutatja a 650°C / 30 óra paraméterű korróziós folyamat hatását. A szemcsehatáron szabálytalan geometriai alakú és méretű kiválások figyelhetők meg. ED segítségével ezeket a részecskéket $M_{23}C_6$ karbidként azonosítottuk. A szemcsehatáron kivált fázisok: $M_{23}C_6$ karbid, M_6C karbid, σ -fázis és χ -fázis, amelyek részarányának időbeli változását a 3.b ábra szemlélteti.



3. ábra. AISI 316 jelölésű acél 650°C/30 óra paraméterű hőntartás után
 a) szemcsehatár részlete a másodlagosan kivált fázisokkal (extrakciós replika)
 b) a hőntartás idejének hatása 650°C-on a kivált fázisok részarányára

4. Összefoglaló

Az AISI 316 jelölésű ausztenites acél korróziós vizsgálata alapján bizonyítást nyert, hogy a szekunder fázisok kiválására az alakváltozás mértéke jelentősen hat. A felvett TTS diagramból következik, hogy az alakváltozásnak kitett próbadarabok esetén a C-görbe a rövidebb idő és az alacsonyabb hőmérséklet irányába tolódott el. A vizsgált acélban az alábbi másodlagosan kivált karbidokat és fázisokat azonosítottuk: M₂₃C₆ karbid, M₆C karbid, σ-fázis és χ-fázis, részarányuk a hőntartási idővel változott.

Köszönetnyilvánítás

Ez a cikk az OP K + F projekt támogatásával készült: Növekvő energiabiztonság Szlovákiában, ITMS: 26220220077, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával.

Irodalom

- [1] Reti T, Kovacs T: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions* In: Materials Science Forum, Vol. 414-415: 2003, p.317-322.
- [2] Lo, K.H., Shek, C.H., Lai, J.K.L.: *Recent development in stainless steels*. In: Materials Science and Engineering R: Reports, vol. 65, 2009, p.39-104.
- [3] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Anyagtulajdonság- és technológiai paraméter-meghatározó módszerek értékelése* In: Műszaki Tudományos Füzetek - FMTÜ; XII. 2007. p 5-10.
- [4] Kovács T., Barta I., Borossay B.: *Adott szerkezetű próbatestek előállítása* In: Műszaki Tudományos Füzetek - FMTÜ; XII. 2007. p. 27-30.
- [5] Puli, R., Ram, J.: *Corrosion performance of AISI 316L friction surfaced coatings*. In: Corrosion Science, Vol.62, 2012, p.95-103.
- [6] Wasnik, D.N., Dey, G.K., Kain, V., Samajdar, I.: *Precipitation stages in 316L austenitic stainless steel*. In: Scripta Materialia, Vol.49, 2003, p.135-141.
- [7] Mudali, U.K., Shankar, P., Ningshen, S., Dayalk, R.K., Raj, B.: *On the pitting corrosion resistance of nitrogen alloyed cold worked austenitic stainless steels*. In: Corrosion Science, Vol. 44, 2002, p.2183-2198.

Kocsisová Edina, doktorandusz, **Dománková Mária**, egyetemi docens
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony, Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
 Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská Republika Tel.: 00421/33 [552 1007](tel:00421335521007)
 email: edina.kocsisova@stuba.sk, maria.domankova@stuba.sk



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSŐALAKÍTÁS ROBBANTÁSSAL

KOROM Dániel Péter

Abstract

Nowadays using high strength steels is a very important part of material technology. But we need powerful machines to form these parts. The big sizes of these machines is a must to give high energy for the work. We can simplify the process with explosion. During the material transform increasing the pressure what we can use for material forming. We can make also seamless tubes with special forms at determined diameters. Our work was to form the tube with explosion and make some material research.

Key words:

high-energy rate forming, materials technology, metal forming with explosion

Összefoglalás

Az anyagtechnológiában egyre fontosabb szerep jut a nagy szilárdságú acélok felhasználásának. A számtalan előnnyel együtt nehézségeket is hordoz alkalmazásuk: alakításukhoz nagyon nagy teljesítményű gépekre van szükség. Azonban egy másik technológiai megoldás egyszerűbbé teheti a dolgunkat. A kihasználva a robbantáskor felszabaduló nyomásnövekedést az anyagalakítás egy lépésben, gazdaságosan elvégezhető. A kísérleti munkánk azonban a varratmentes csövek alakítását vizsgálta meg. Ezek a csövek speciális geometriával rendelkeznek, amiket robbantással kitűnően létre lehet hozni. Kíváncsiak voltunk, hogy a technológia milyen hatással van az anyagszerkezetére, ezért mérésekkel tettük teljessé kutatásunkat.

Kulcsszavak:

nagy energiasűrűségű alakítás, anyagtechnológia, robbantásos fémmegmunkálás

1. Bevezetés

Értekezésem az Óbudai Egyetem 2012-es Tudományos Diákköri Konferenciájára készített dolgozatomon alapszik. A Nemzeti Közszolgálati Egyetemmel közösen elnyert projekt keretében lehetőségem nyílt egy különleges alakítástechnológiai eljárást jobban megismerni, nevezetesen a robbantásos alakítást.

A robbantásos alakítás a nagysebességű anyagalakítások csoportjába tartozik, mellyel igen kedvezően lehet különböző lemezeket, csöveket alakítani, illetve felhasználhatjuk egyéb anyagtechnológiai eljárásokban is.

A technológia az 1940-es években került a kutatók, mérnökök érdeklődésének középpontjába: a Szovjetunióban és az Amerikai Egyesült Államokban a lemezalakításban alkalmazott préselés technológiának igyekeztek alternatívát találni.

A robbantásos alakítás története Angliában kezdődött: 1878-ban Daniel Adamson nagyszilárdságú kazánlemezeket, Claude Johnson nehezen megmunkálható fémekeket formázott robbantással.

1889-ben az én kísérletemhez hasonló technikai újdonságból született meg az első szabadalom: fémcövet tágítottak robbantással [1].

2. Robbantásos eljárások

Robbanás során anyagok nagyon rövid idő alatt alakulnak át, amit nagymennyiségű energia felszabadulása kísér. Megkülönböztethetünk fizikai, kémiai és nukleáris robbantást.

Mivel munkám során a kémiai robbantással alakított testet vizsgáltam, ezért a következőkben ezt definiálom.

Kémiai robbanás során vegyi robbanóanyagok alakulnak át, eközben gázformájú reakciótermék és hő fejlődik. Az átalakulás három részre osztható: égés, robbanás és detonáció. Égés során az átalakulás lassú, fokozatos, amit helyi hő közlés idéz elő. Robbanás közepes nagyságú, de nem stabil sebességgel megy végbe. A robbanás helyén igen nagy nyomásemelkedés mérhető, ami anyagalakításra használható.

3. A robbantás menete

Egy robbantás végrehajtásánál számtalan biztonsági előírást kell betartanunk, hiszen nagyon nagy energiákkal dolgozunk, amelyek könnyedén balesetet idézhetnek elő.

A robbantást a Magyar Honvédség egyik gyakorlóterületét használtuk Ócsán. Ez a terület viszonylag távol esik a környező településektől (Ócsa, Alsópakony). A cső alakításához robbanó zsinórt használtunk. Ez tulajdonképpen műanyag zsinórba burkolt nitropenta por, ami 20 g robbanóanyagot tartalmaz folyóméterenként.

A varratmentes alumínium csövet egy szerszámba helyeztük. A szerszám a robbantás során állt, az egyik szerszám fél egy talppal együtt képez egészet, a másik fél pedig eltávolítható.

A szerszám felekben betét található, ami a létrehozni kívánt geometria negatívja. A két szerszám felet három vaskos gyűrű fogja össze és akadályozza meg szétrepülésüket robbantás során. A szerszám felállítása után összefogtuk a két szerszám felet. Mivel a folyamatos igénybevételek miatt bekövetkezett deformáció miatt a zárás csak egy kis segítséggel sikerült (kalapácsütésekkel). Ez után létrejött üregbe belecsúszattuk a még alakítatlan csövet. Belehelyeztük a robbanóanyagot, melyet központosítanunk kellett, hogy a nyomás a henger belső felületét egyenletesen érje. A cső alját már a legelején lezártuk, ugyanis a csövet fel kellett öntenünk vízzel, mert így a legtokéletesebb az energia közvetítés. A robbanózsinór végéhez rögzítettük a detonátort, és ezután már minden készen állt a robbantáshoz. Az előírt távolságra visszahúzódtunk a robbantás helyétől és figyeltük az eseményeket. A „ROBBANTÁS” vezényszó elhangzása után a robbantómester működésbe hozta a detonátort, amelyet nagy hanghatás és füst követett, jelezve, hogy a robbantás megtörtént és tulajdonképpen ezzel együtt az alakítás is.

Vissza kell utalnom, a szerszám felek deformációjára: ez ugyanis kihat az alakítás eredményességére, minőségére. Emiatt a három gyűrű lecsúszott a szerszám talpához. Ez azonban nem okozott semmi

problémát. Ami viszont probléma lett, hogy a két szerszám fél nem zárt tökéletesen, hézagok voltak bizonyos helyeken. Emiatt azokon a helyeken, ahol a darabnak nagyot kellett alakváltoznia (a golyvákánál) a két szerszám találkozásánál az anyag szétvált. Ez azonban csak a felhasználás szempontjából jelenti a kísérlet eredménytelenségét, az én TDK kutatásom folytatható a meglévő, „hibás” darabbal.

4. Alakítás vizsgálata

Két vizsgálatot végeztünk el a csöveken a robbantás hatásait vizsgálva. Az egyik a falvastagság mérése volt, a másik pedig keménységmérés. A vizsgálatokat az általunk nyár elején alakított alumínium cső mellett egy régebben robbantott acélcsővön is elvégeztük. [2]

4.1 A falvastagság mérése

A mérés tulajdonképpen két részből állt: a külső kontúr megméréséből, illetve konkrét pontokon a falvastagság megmérése. A kontúr mérését egy bázispont felvételével kezdtük. Ez a pont lett az $x=0$; $y=0$ pont. A mérés során az x tengely mentén figyeltük y változását $y=0$ értékéhez képest. A csövek egyenes szakaszain értelem szerűen nem, vagy csak alig volt változás, ezért itt nagyobb lépésekben haladtunk. A golyvákhoz érve az eredményeket 0,5 mm-enként jegyeztük.

A másik része a vizsgálatnak a konkrét falvastagság megmérése volt a csövek kitüntetett pontjain.

Az acél cső esetében az egyenes részen 1,98 mm-t mértünk falvastagságnak, a golyva csúcsában pedig 1,63 mm-t, a cső $x=0$ felőli végétől számított $x=44,32$ -es pontban (ami szintén a golyván található) 1,73 mm-re adódott.

Az alumínium cső egyenes részein a falvastagság 4,93 mm értékű, a golyván mért érték 3,74 mm.

Látható, hogy azon a részen, ahol a legnagyobb alakváltozás következett be, a falvastagság körülbelül 1 mm-rel csökkent.

4.2 Keménységmérés

Kísérleti munkám vizsgálatának másik pontja volt a cső vágási felületen az anyag keménységének mérése. Mikrokeménység-mérést végeztünk szintén a Bánki Karon, az Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoportjának P20-as laborjában.

Az acélcsővön 1,2 kg-os (11,768 N) terhelést alkalmaztunk. A keménységmérő műszerbehatolása, majd lenyomat képzése után azt felemelve és elfordítva egy 20x-os nagyítású mérőmikroszkóp segítségével lemértem a lenyomat átlóját (d). Táblázatból kikereshető, hogy ehhez a terhelés alapján ehhez az átmérő értékhez mekkora mikrokeménység-érték tartozik vickersben. [3]

Egy referencia pontot választottam ki a fal azon részén, ahol a legkisebb alakváltozást szenvedte el az anyag, feltételezve ezzel, hogy itt áll a keménység legközelebb a még alakíthatatlan anyag keménységéhez. Itt a keménység 154 MHV-re ($d=120 \mu\text{m}$) adódott.

A méréseket a dudor mentén ezután milliméterenként végeztem. A legérdekesebb pont a dudor csúcsában található, ez szenvedte el a legnagyobb vastagságcsökkenést, azaz a legnagyobb alakváltozást. Az itt mért keménység 183 MHV ($d=109\ \mu\text{m}$), ami várakozásunknak megfelelő.

Az alumínium csövön hasonló módon végeztem a vizsgálatokat. A referencia pontban: 62 MHV-t ($d=76\ \mu\text{m}$), a dudor csúcsában 124 MHV-t ($d=54\ \mu\text{m}$) mértem.

5. Összefoglaló

A robbantásos anyagalakítás a „klasszikus” technológiákhoz viszonyítva anyag és energia megtakarítást jelent, és mivel egy lépésben az alakítás elvégezhető idő is nyerhető.

Tudnunk kell azonban, hogy milyen hatással jár ez az anyagra nézve: nem lesz-e baja, bírja-e a használat során jelentkező hatásokat, igénybevételeket. Ezekre kerestem a választ dolgozatomban. Megállapíthatjuk, hogy a darab alakváltozása nagymértékű: a falvastagság mindkét anyagnál 20%-al csökkent a golyváknál. Ezzel szinkronban a darab keménysége nagymértékben növekedett: acél esetében 19%-ot, alumínium esetében, ez az érték 100%. Ezt a durva eltérést betudhatjuk az alumínium nagyobb keményedőképességének. A robbanás maga a víz feltöltésnek köszönhetően nem okozott szövetszerkezeti károsodásokat, melyeket szemmel észlelhettünk volna.

Irodalom

- [1] Dr. Lukács László- Szalay András- Dr. Zádor István: *Robbantásos fémalakítás és a repüléstechnika*, Repüléstudományi közlemények XXIV. évf. 2012. 2.szám pp.431-445.
- [2] Korom Dániel Péter: *Robbantással alakított csövek és vizsgálatuk*, Műszaki Katonai Közlöny 2012. XXII. évf. 3. szám pp. 102-118.
- [3] Kovács-Coskun, T. Völgyi, B. Sikari-Nágl I. *Robbantásos plattírozású fémlemezek szerkezetének vizsgálati lehetőségei*, Műszaki Katonai Közlöny 2012. XXII. évf. különszám pp. 140-144.

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.

Korom Dániel Péter, hallgató

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

E-mail: danielp.korom@gmail.com

Telefon / Fax: +36-70-219-8971



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MŰSZAKI FELÜGYELETI ÉS KARBANTARTÓ RENDSZEREK OPTIMÁLÁSA ADAPTÍV MÓDSZEREK FELHASZNÁLÁSÁVAL

KOTA László, JÁRMAI Károly

Abstract

The aim of this research is developing adaptive optimization algorithms and makes supplementary adaptive methods to existing algorithms. In this article we will introduce a method which adaptively controls the mutation parameters of an evolutionary programming algorithm. The developed method we present here is able to work in the area of genetic methods also.

Key words:

evolutionary programming, adaptive optimization

Összefoglalás

A kutatás célja adaptív optimáló eljárások kidolgozása, adaptív parametrizációs algoritmusok illesztése nem adaptív optimáló módszerekhez. A cikkben bemutatunk egy az evolúciós programozás paramétereit adaptívan szabályozó eljárást. A kidolgozott eljárás széleskörűen alkalmazható a genetikus módszerek területén.

Kulcsszavak:

evolúciós programozás, adaptív optimálás

1. Bevezetés

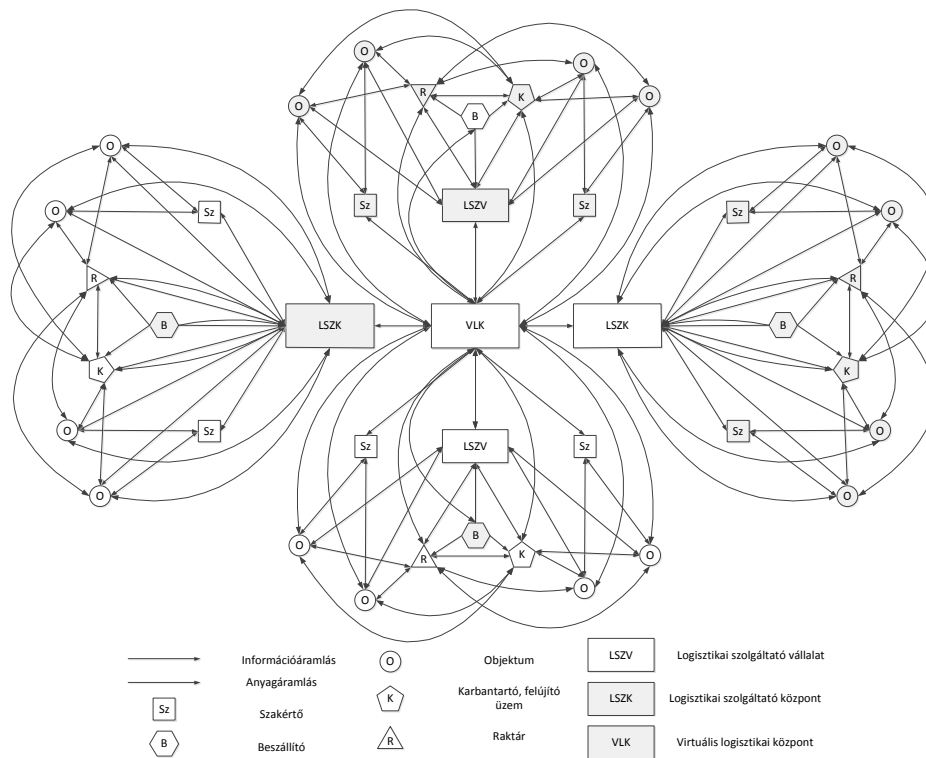
A hálózatszerűen működő műszaki felügyeleti és karbantartási rendszerek kiterjedhetnek egy városra, egy régióra, egy országra, lehetnek kontinensen belüli vagy akár földrészekeken átívelő rendszerek. Feladatuk egyrészt a hálózat megfelelő pontjaiban az előírásoknak megfelelő időpontokban rendszeres felülvizsgálatok és vizsgálatok elvégzése szakértők által, másrészt karbantartások és felújítások megvalósítása. A karbantartási feladat hatékony végrehajtását egy vagy több térben szétszórta anyag- és eszközként, karbantartó üzem segíti (1. ábra).

2. Evolúciós programozás

Az evolúciós programozás során egy adott probléma lehetséges megoldásaiból álló populációt kezelünk. Az evolúciós programozás során nincs megkötés a megoldások ábrázolási módjára, az eredeti feladat által meghatározott formában tároljuk a megoldásokat. Az evolúciós programozás során nincs szükség arra, hogy az egyedeket bitvektorral vagy numerikus vektorral kódoljuk [1], mint a genetikus algoritmusnál. Itt is egy véletlenül választott populációval indul az algoritmus, egy lépés

során először az összes egyedről másolatot készítünk, majd a lemásolt egyedek mutáción esnek át. A mutáció különböző mértékű lehet, de bevett módszer, hogy a kisebb mutációknak nagyobb a valószínűsége, mint a nagy változást okozóknak. Az evolúciós programozás során az esetek döntő részében nem alkalmaznak keresztezést, így biológiai szemszögből nézve ez olyan, mint amikor több faj fejlődését vizsgáljuk, hiszen a fajok között sincs kereszteződés. Az evolúciós programozás technikáját főleg bonyolult sok-feltételes problémák megoldására használják, problématerület specifikus adatstruktúrákkal valamint funkciókkal.

A műszaki felügyeleti és karbantartó rendszerek optimalizálásával terjedelmi korlátok miatt nem foglalkozunk a [2, 3] részletesen foglalkozik a témával.



1. ábra. Hálózatszerűen működő, regionális decentrumokkal rendelkező műszaki felügyeleti és karbantartási rendszer általános struktúrája

2. Adaptív optimalizálás

Az evolúciós programozási algoritmus a következő paramétereket használja mutációs operátorok kiválasztásához:

- Mutációs operátorok valószínűsége:
 - lokális mutáció valószínűsége;
 - globális mutáció valószínűsége;
- Lokális operátorok valószínűsége:
 - Géncsere valószínűsége;
 - Génbeszúrás valószínűsége;
 - Génszekvencia csere valószínűsége;

- Globális operátorok valószínűsége:
 - Géncsere valószínűsége;
 - Génbeszúrás valószínűsége;
 - Génszekvencia csere valószínűsége.

Az adaptív folyamat során e paramétereket a folyamat maga szabályozza annak megfelelően hogy a célfüggvény javul e a következő iterációra a futás folyamán. Az alkalmazott jelölésrendszer a következő:

- R500: (Randomization) 500 ciklusonként véletlenszerű paramétereket generál az összes egyednek.
- WB100: (Write Back) 100 ciklusonként a legjobb fitnessű egyed paramétereit visszaírja a többi egyedbe.
- Re: (Reinforced) Megerősítő, amennyiben az adott mutáció javítja a fitnesszt, akkor annak a valószínűségi tartománya növekszik, míg a többi paraméteré csökken.
- Ne: (Negative feedback) Ha a célfüggvény nem javul az adott ciklusban végrehajtott mutációtól, a mutáció esélye csökken.

A következő módszereket vizsgáltuk (jelöléssel), a normál, nem adaptív algoritmuson túl:

- Adaptív WB100R500
- Adaptív Re
- Adaptív ReR500
- Adaptív ReR500Wb100
- Adaptív Ne
- Adaptív NeR500
- Adaptív NeR500WB100
- Adaptív kombinált: (Com): ReNe
- Adaptív kombinált: (ComR500): ReNeR500
- Adaptív kombinált: (ComR500WB100) ReNeR500WB100

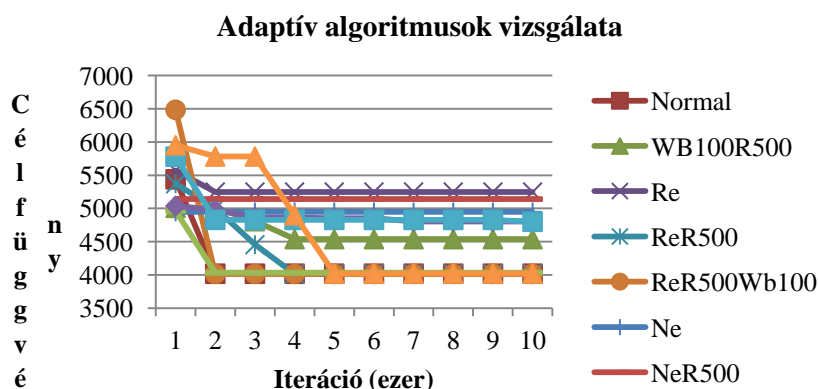
Tehát például a ComR500WB100 jelentése: Amennyiben az adott mutáció javítja a fitnesszt, akkor annak a tartománya növekszik, a többi paraméteré csökken. Ha a célfüggvény nem javul az adott ciklusban végrehajtott mutációtól a mutáció esélye csökken, a többi mutációké növekszik. 500 ciklusonként véletlenszerű paramétereket generál az összes egyednek. 100 ciklusonként a legjobb fitnessű egyed paramétereit visszaírja a többi egyedbe

3. Eredmények

A vizsgálatokat több a [2]-ben részletezett tesztfeladatokon is elvégeztük. A kapott eredmények első tesztfeladatra vonatkozó értékei az *1. ábrán* láthatók.

4. Összefoglalás

A kidolgozott adaptív algoritmusokat összességében vizsgálva a „normál” algoritmushoz képest jobb eredményt adtak minden esetben, habár a normál algoritmus egy esetben a legjobb négyben szerepelt. Az adaptív algoritmusok hatása főleg a bonyolultabb problémáknál látható. Előfordult, hogy a vizsgált iterációs intervallumon belül a célfüggvény javítása meghaladta a 30%-t. Viszont az adaptív algoritmusok teljesítménye nem egyenletes. Egyes problémákon más-más algoritmus változat adta a jobb eredményt, így a feladat megoldása előtt indokolt tesztfuttatások elvégzése. Így jövőbeli célunk az algoritmusok további finomítása, valamint új adaptív módszerek, algoritmusváltozatok kidolgozása.



2. ábra. Adaptív algoritmusok összehasonlítása

5. Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Barrie M. Baker, M.A. Ayechev: A genetic algorithm for the vehicle routing problem, *Computers & Operations Research* 30 (5), pp. 787–800. (2003), ISSN: 0305-0548, doi:10.1016/S0305-0548(02)00051-5
- [2] Kota L.: Hozzárendelési feladatok logisztikai ráfordítás alapján történő optimalizálása hálózatszerűen működő, műszaki felügyeletet és karbantartást ellátó rendszerekben, 121 p., Miskolc 2012., PhD értekezés
- [2] Kota L., Jármái K.: Műszaki felügyeleti és karbantartó rendszerek optimalizálása, *GÉP* 62:(7-8) pp. 75-78. (2011), ISSN 0016-8572

Dr. Kota László, PhD, tudományos segédmunkatárs, **Prof. Dr. Jármái Károly**, DSc, egyetemi tanár
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék,
H-3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros, Telefon: +36 46 565 111/17-40; /20-28,
altkota@uni-miskolc.hu; altjar@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KONTAKTKORRÓZIÓS JELENSÉG TANULMÁNYOZÁSA ACÉL ALUMÍNIUM PÁROSÍTÁSÁNÁL

KOVÁCS-COSKUN Tünde, VÖLGYI Bálint, SIKARI-NÁGL István

Abstract

The contact corrosion phenomenon evolves between two dissimilar metals when they are in the presence of liquid, an electrolytic cell is created. This phenomenon can generate the decrease of the metal. It knows a several technology to block this problem, like coating and plating.

Keywords:

contact corrosion, plating, oxidation potential

Összefoglalás

A kontaktkorrózió különböző fémek között lép fel, melyek gyakran jelentős károkat okoz. Ennek megelőzésére számos lehetőséget alkalmaznak egyik mód a plattírozott alkatrészek létrehozása, mely megakadályozza, hogy a különböző potenciálú fémek közé elektrolit kerüljön így létrejöhesse a korrózió.

Kulcsszavak:

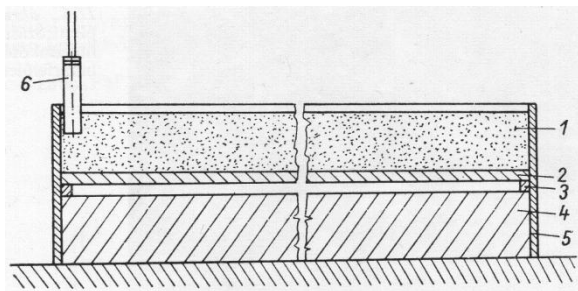
kontaktkorrózió, plattírozás, potenciál különbség

1. Bevezetés

A kontakt- vagy más néven érintkezési korrózió oka két különböző potenciálú fém fémes kapcsolata elektrolit, pl. nedvesség vagy elektromosan vezető folyadék egyidejű jelenlétében. Ekkor az érintkezési helyen a kevésbé nemes fém korróziója annyival erősebb, amennyivel kisebb a nemesebb fémhez viszonyított felülete.[1] Számos megoldást alkalmaznak a gyakorlatban, hogy megakadályozzák ennek a jelenségnek a kialakulását, például festés, bevonatolás, galvanizálás vagy plattírozás is alkalmazható. A plattírozási technológia egyik típusa a robbantásos plattírozás, amikor az alaplemez felületéhez egy eltérő kémiai összetételű másik lemezt kapcsolnak.[2,3] A kötés minőségét anyagvizsgálati módszerekkel ellenőrzik, mivel ezeknek a lemezeknek a későbbi felhasználás során már együtt egy darabként kell működniük.[4,5]

2. Próbatetek előkészítése

Az acéllal borított lemezeket, melyekből próbateteket vágunk ki robbantásos plattírozással hoztunk létre. Az alkalmazott acéllemez 2mm vastagságú (S235JR) ötvözetlen szerkezeti acél volt, az alumínium pedig 99,5% tisztaságú (1050A) 100 vastagságú lemez volt. A robbantáshoz PERMON 10T ammóniumnitrát alapú, TNT bázisú, kezelés biztos robbanóport alkalmaztunk.

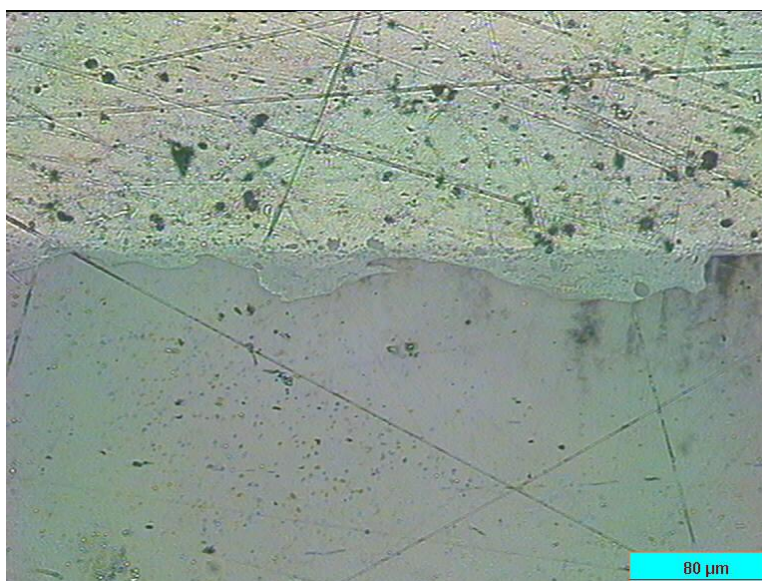


1. 1. ábra Acél-alumínium plattírozás elvi elrendezése
 1 robbanóanyag; 2 burkolólemez (acél); 3 távtartó; 4 alaplemez (alumínium); 5 prespán lemez keret; 6 villamos gyutacs[2]



2. ábra Plattírozás elrendezés[1]

A kapott plattírozott lemez kötési zónáját a mikroszkópos felvétel mutatja 3. Ábra. Jól látható, hogy pórusmentes kapcsolat jött létre a két fém között.



3. ábra A hosszirányú metszet egy 100x-os nagyítása

3. Korróziós vizsgálatok

A korróziós vizsgálatokhoz 36%-os 40°C vizes sóoldatot használtunk, melybe a kivágott próbatesteket bemeztettük és 30 napon keresztül ebben tartottunk. Elvégeztük a plattírozott lemez vizsgálatát valamint különálló acéllemez és alumínium lemez korróziós kísérletét is. A 2mm vastagságú acél próbatestekből 3x5mm darabokat vágunk ki (2 és 5 jelű), míg a 10mm vastag alumínium lemezből szintén 3x5 mm nagyságú próbatesteket készítettünk (1 és 4 jelű). A plattírozott lemez szintén 3x5 mm nagyságú volt (3 jelű).

Mivel a kísérletek során arra számítottunk, hogy az acél próbatestek fognak korrodálni ezek tömegét mértük a vizsgálat kezdetekor és a végén. A tömeg mérésére Kern 0,1mg pontosságú analitikai mérleget használtunk. A tömegvesztést csak az acél próbatestek esetén mértük, mivel a kísérletben részvevő két fém közül a vasalapú korróziója indul el. Mesterséges tengervíz elektrolitban az ötvözetlen alumínium normál hidrogénelektrodra vonatkoztatott potenciálkülönbsége $-0,667V$, míg a szénvas potenciálkülönbsége $+0,6V$. Az irodalom szerint összeépíthető, ha potenciálkülönbségük kisebb, mint $0,5V$. Az alumínium és a vasötvözet (acél) esetében az összeépítés nem javasolt, mivel a potenciálkülönbség $1,267V$.

1. táblázat Tömegvesztés a korróziós kísérletek során

Próbatest száma	Kísérlet előtti tömeg (g)	Kísérlet utáni tömeg (g)	Tömegvesztés (g)
2	2,7038	2,7019	0,0019
5	2,0391	2,0380	0,0011



4.ábra Próbatestek a korróziós vizsgálat után

4. Összefoglaló

A vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy az acél próbatestek korróziója megindult. A korrózió sebességének meghatározásához a jelenlegi eredmények nem elegendőek, ezért további vizsgálatok elvégzése szükséges. Azt azonban megállapítottuk, hogy a plattírozott lemez esetében a kapcsolódási felületen az acél és az alumínium között nem jött létre korrózió, tehát alkalmas kontaktkorrózió kiküszöbölésére a robbantással plattírozott lemez. Természetesen az acél burkolatlan vágott felületén a korrózió elindult, tehát a plattírozott lemez széléit védeni szükséges.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Haraszi Ferencnek (Óbudai Egyetem) a korróziós vizsgálatok során nyújtott segítségével valamint Szalay Andrásnak (S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-Fejlesztő Kft.) és Lukács Lászlónak a robbantásos plattírozás körülményeinek biztosításáért.

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

The project was realized through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund (TÁMOP-4.2.1. B -11/2/KMR-2011-0001).

Irodalom

- [1] Völgyi, B. Sikari-Nágl I. *Robbantással plattírozott acél/alumínium lemezpár keménységvizsgálata*, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 3. szám 2012. pp. 119-143.
- [2] Szalay A., Puskás, J.: *Nemesfém-takarékos érintkező anyagok előállítása robbantásos plattírozással*; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982. pp. 172-177.
- [3] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp.38.
- [4] Kovács-Coskun, T. Völgyi, B. Sikari-Nágl I. *Robbantásos plattírozású fémlemez szerkezetének vizsgálati lehetőségei*, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. különsz. 2012. pp.140-144.
- [5] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp.184-204.
- [6] Orgován László szerk.: *Felületvédelmi kézikönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989. pp.27-34.

Dr. Kovács-Coskun Tünde¹ docens

Völgyi Bálint² hallgató

Sikari-Nágl István³ hallgató

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

H-1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon : +3616665386

E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

balint.volgyi@freemail.hu

istvan.sikari.nagl@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÖZÚTI ÁRUSZÁLLÍTÓ JÁRATOK KÖLTSÉGHATÉKONY ÜZEMELTETÉSE

KOVÁCS György

Abstract

Determination of optimal petrol station and the optimal quantity of the fuel to be taken during a long transport loop is not a central decision making of forwarding companies, it is depends on the individual decision of the camion driver. Due to it the total cost of burned fuel is not optimal. The aim of the study is the elaboration of a method for planning of optimal fuel supply of international transport activity.

Key words:

Transport loop, optimal fuel supply, cost optimisation

Összefoglalás

A legtöbb áruszállító vállalat nemzetközi körjárait során a tankolási helyek megválasztása és a tankolt üzemanyag mennyiségének meghatározása nem központilag irányított, hanem a járművezető egyéni döntésén alapul, így a járatok teljesítéséhez felhasznált üzemanyag költsége nem optimális. A dolgozat célja a jelenlegi magas üzemanyagár kompenzálására szolgáló optimális üzemanyag ellátás tervezésére és végrehajtására egy olyan módszer kidolgozása, amelynek segítségével a járművezetők a megfelelő helyen a megfelelő mennyiségű üzemanyagot tankolhatnak.

Kulcsszavak:

Áruszállító járat, optimális üzemanyag ellátás, költség optimalás

1. Bevezetés

Az ellátási láncban a szállításnak fontos szerepe van tekintettel arra, hogy a szállítási költségek a teljes ellátási lánc összes költségének kb. 30%-át teszik ki. A szállítmányozó vállalatok arra törekszenek, hogy a szállítási tevékenységüket optimalják, mely a fajlagos szállítási költségek csökkentését jelenti a energiaárak folyamatos növekedése mellett.

A közúti áruszállítás üzemanyag felhasználásának lehetséges csökkentési módjai az alábbiak lehetnek:

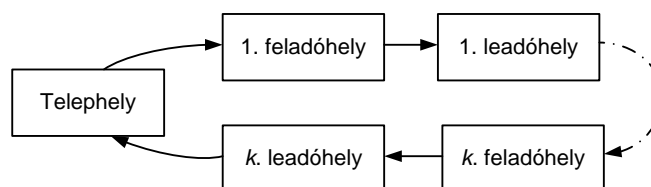
- a gépjármű flotta modernizálása (korszerű kis fogyasztású és kis CO₂ kibocsátású motorok alkalmazása),
- kombinált áruszállítási mód alkalmazása (több közlekedési mód alkalmazása a szállítási láncban),
- **a szállítási tevékenység optimalása:** az optimális szállítási útvonal megválasztása; gyűjtőjáratok kialakítása (több szállíttató áruinak összegyűjtése, a szállítási feladatok egy járatba integrálása); a szállítási út során a felhasznált üzemanyag mennyiségének csökkentése; a szállítási volumenek

megfelelő kapacitású szállítójármű megválasztása; a szállítási láncban az üresjáratok (hasznos teher nélküli futás) hosszának csökkentése.

A jól szervezett áruszállítási körjáratok eredményezhetik a szállítványozó vállalatok alacsony működési költségét, a magasabb profitot, valamint a megbízók számára az alacsonyabb vállalási árat.

2. A nemzetközi közúti áruszállítási tevékenység bemutatása

A nemzetközi áruszállítási tevékenység szervezésénél fokozottan törekednek az üresjáratok úthosszának minimálására, mely elv a szállítási feladatok körjáratokba való integrálásával valósul meg. Egy körjárat minden esetben a vállalat telephelyéről indul az első áru-feladóhelyig, ahonnan a jármű az első leadóhelyre megy, majd onnan egy újabb feladóig, illetve leadóig, ... (1. ábra) [1].



1. ábra. Körjáratok felépítése

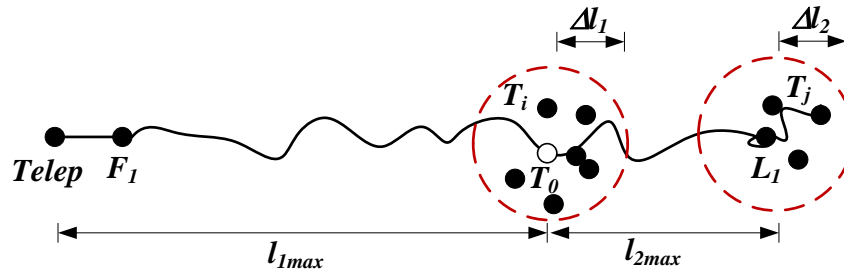
3. Az ideális üzemanyag-töltőállomás helyének meghatározása

A körjárat teljesítése során a tankolási helyek megválasztása és a tankolt üzemanyag mennyiségének meghatározása nem központilag irányított, hanem a járművezető egyéni döntésén alapul, így a járatok teljesítéséhez felhasznált üzemanyag költsége nem optimális.

A cél, hogy egy olyan módszer és eszköz álljon rendelkezésre, mely a gépjárművezetőnek javaslatot tesz az optimális tankolási hely megválasztására. Az üzemanyagellátók általában három különféle árkategóriájú kúton kínálnak üzemanyagot. A legmagasabb üzemanyagárú kutak közvetlenül az autópályák mentén, a közepes árkategóriájú kutak az autópályák közelében találhatóak. A legkedvezőbb árú üzemanyag pedig a közeli városokban, távolabb az autópályáktól vásárolható. A különböző üzemanyagárú kutak tehát felvetik a kérdést, hogy az olcsóbb távolabbi, vagy a drágább közelebbi tankolás a költséghatékonyabb, különösen igaz ez a kamionoknál, ahol egy alkalommal több száz liter üzemanyag tankolása történik. Ebből adódóan a különböző helyeken való tankolások költségnövekményét, vagy esetleges költségmegtakarítást kell vizsgálni.

A feladat tehát a GPS koordinátákkal definiált feladó állomásból a célállomásba történő szállítás esetén a járművezetők számára előírni a vállalat által preferált üzemanyag-töltőállomások közül (T_i) a leggazdaságosabb hely GPS koordinátáját.

A járat indításakor ismert az indulási pont - mely pl. a telephely (*Telep*), illetve az áru-feladó pont (pl. F_1) - , valamint a célállomás (pl. L_1) GPS koordinátái (2. ábra), így útvonal tervező szoftver segítségével az ideális útvonal meghatározható.



2. ábra. Lehetséges üzemanyag-felvételi helyek meghatározása

A járat indulásakor szintén ismert a jármű indulási üzemanyagszintje, valamint folyamatosan számítható a jármű üzemanyag felhasználása az egyes feladási és leadási pontok között. Meg kell határozni, hogy a jármű tudja-e teljesíteni a teljes szállítási feladatot a rendelkezésre álló üzemanyaggal, vagy az áru feladási- és leadási pontok között tankolnia kell. Amennyiben szükséges üzemanyag felvétele, meg kell határozni az ideális tankolási pontot (T_i).

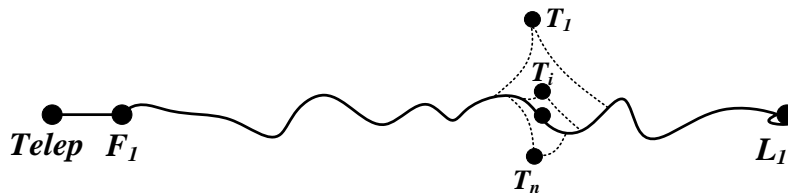
Az induláskor rendelkezésre álló üzemanyag mennyiséggel megtehető távolság (l_{1max}) leegyszerűsítve az alábbiak szerint számítható:

$$l_{1max} = \frac{Q_{ind}}{f_{ü}} \quad [\text{km}] \quad (1)$$

ahol: Q_{ind} a jármű indulási üzemanyagszintje [liter], $f_{ü}$ az üzemanyag fogyasztás [liter/km].

Az üzemanyag felhasználás alapvetően a jármű terheletlen állapotban való fogyasztásától, a szállított hasznos teher nagyságától, valamint a domborzati viszonyoktól függ [2].

Amennyiben a leadási pont elérése előtt üzemanyag felvétel szükséges, a tervező szoftver segítségével meghatározható az F_1 feladási ponttól l_{1max} távolságra lévő T_0 pont, mely körül egy Δl_1 sugarú körben kell keresni a rendelkezésre álló – szintén GPS koordinátákkal adott – üzemanyag-töltőállomások közül az ideálisat. Δl_1 mértéke tetszőlegesen megadható, mely azt a távolságot jelenti, amellyel már az üzemanyag elfogyása előtt üzemanyag-töltőállomást kell keresni.



3. ábra. Az optimális üzemanyag-töltőállomás kiválasztása

A kifejlesztendő szoftver segítségével az indulási pontból – az n darab tankolási ponton (T_i) keresztül – a az érkezési pontig az n számú útvariáció úthosszait a szükséges számú futtatást elvégezve megkaphatjuk.

A költségek meghatározása a 3. ábrán szemléltetett módon az alábbi 2-3. képletek alapján történik. Az adott szállítási szakaszok fajlagos költségét [euro/km] a feladó ponttól valamennyi tankolási pontig (

$k_{f\ddot{u}}^{ind}$) az induláskor tankolt üzemanyag árral, onnan pedig a leadási pontig ($k_{f\ddot{u}}^1, \dots, k_{f\ddot{u}}^i, \dots, k_{f\ddot{u}}^n$) az egyes üzemanyag-töltőállomásokon tankolt üzemanyag árakkal kell számolni.

$$K_1 = l_{F_1 T_1} k_{f\ddot{u}}^{ind} + l_{T_1 L_1} k_{f\ddot{u}}^1 ; \dots ; K_i = l_{F_i T_i} k_{f\ddot{u}}^{ind} + l_{T_i L_i} k_{f\ddot{u}}^i ; \dots ; K_n = l_{F_n T_n} k_{f\ddot{u}}^{ind} + l_{T_n L_n} k_{f\ddot{u}}^n \quad (2)$$

Az optimális tankolási pontot (T_{opt}) a legkisebb teljes költségű útvonal eredményezi:

$$K_{opt} = \min [K_1, \dots, K_i, \dots, K_n] \quad [euro]$$

(3)

Az optimális töltőállomás ismeretében már meghatározható az ott tankolandó üzemanyag mennyisége is, ami leegyszerűsítve a célállomás eléréséig (l_{2max}) szükséges üzemanyag mennyiség.

Összefoglalás

A dolgozat elsődleges célja egy pontos és megbízható matematikai módszer kidolgozása volt az egyes áruszállítási feladatok teljesítéséhez szükséges ideális üzemanyag-felvételi helyek meghatározására. A kidolgozott módszer alapján egy döntéstámogató szoftver kerül kifejlesztésre, amely segítségével az egyes áruszállítási szakaszok gazdaságos teljesítéséhez szükséges információk előállíthatók, illetve a járművezetőkhez eljuttathatók.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalom

- [1] Kovács Gy., Cselényi J.: *Utilization of historic data evaluation obtained from computer database during the organization of international transport activity*, Proceedings of 2nd Conference with International Participation Management of Manufacturing Systems, Presov, 2006. Szeptember 28., oldal 1-8.
- [2] Kovács Gy., Cselényi J., Schmidt Sz., Izsai Á.: *Software conceptions relating to utilization of historic data evaluation of international transport activity and relating to cost calculation of transport loops*, MicroCAD 2007. Miskolc, Konferencia-kiadvány, University of Miskolc, Supplementary Volume, oldal: 47-56.

Dr. Kovács György, Ph.D.

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

H-3515, Miskolc-Egyetemváros

+36-46-565111 / 20-26 mellék

E-mail: altkovac@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KOSZORÚÉRSZTENTEK MODELLEZÉSE ÉS SZIMULÁCIÓJA

KOVÁCS Miksa, KÁROLY Dóra, TERDIK Attila, BOGNÁR Eszter

Abstract

Stents play a large part in the treatment of cardiovascular diseases. Physicians experience shows that stents (like every implant in the human body) after a period of time may undergo undesirable processes that cause restenosis. If engineers are able to design implants from better material or with a different geometry it may reduce the likelihood of restenosis. During our work we made several original and simplified 3D-models of stents. We performed static examinations on the models with finite element simulations. We investigated the position and geometry of the joints between the stent's rings together with effect the strut sizes has on the static property of stents. From the results we can infer the in vivo behaviour of the stents and give suggestions to designing a better stent pattern.

Key words:

Stent, modelling, stent pattern, finite element simulation

Összefoglalás

A kardiovaszkuláris betegségek kezelésében nagy szerepet kaptak a sztentek. Az orvosok azt tapasztalják, hogy - mint minden, szervezetbe ültetett implantátum, - idővel egy sztent is nem kívánatos folyamatokat indukál, amely az ér újraszűkülését eredményezi. Ez jobb alapanyaggal vagy geometriával csökkenthető lenne, amelyek megtervezése már mérnöki feladat. Munkánk során elkészítettük több sztent eredeti és egyszerűsített térbeli modelljét. A modelleken statikai vizsgálatokat végeztünk végeselemes szimulációk segítségével. Vizsgáltuk a sztentek gyűrűit összekötő hidak elhelyezkedésének és geometriájának, valamint a bordák méreteinek hatásait a sztent statikai tulajdonságaira. Az eredményekből következtethetünk a sztentek in vivo viselkedésére és javaslatokat adhatunk egy jobb sztentmintázat kialakítására.

Kulcsszavak:

Szent, modellezés, sztentmintázat, véges elemes szimuláció

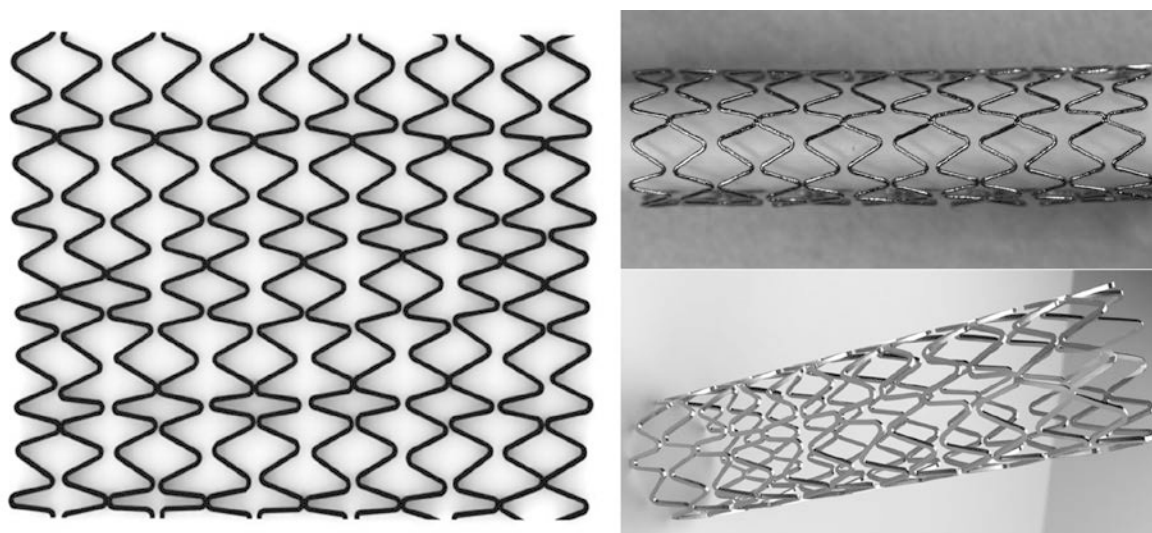
1. Bevezetés

Ha szívünkől elhal egy nagyobb darab, a fennmaradó rész képtelen átvenni a kiesett hányad munkáját, így teljesítőképessége gyengül, és nem tudja megfelelő mennyiségű oxigénnel ellátni a szervezetet. A szívelhalást okozó infarktus azonban megelőzhető, ahogyan a létrejöttéhez vezető egyéb szív- és érrendszeri betegségek, így a szívkoszorúér-betegség is. Mivel az életmód és az egészségügy változása lassú folyamat, így a leghatékonyabb megoldás az orvosi eszközök fejlesztése, amelyekkel számos tragikus kimenetelű megbetegedés elkerülhető. Tekintve, hogy az említett megbetegedések esetében nagy segítséget jelent a sztentbeültetés, az ezzel kapcsolatos kutató-fejlesztő tevékenység rendkívül fontos [1,2].

Az in vivo és in vitro kísérletek nehezen kivitelezhetők, ezért a végeselemes vizsgálatok segíthetnek a sztentek viselkedésének értékelésében. Kutatásunk első felében az ezekhez szükséges modellek készítését tűztük ki célul. A szimulációk alapján összehasonlíthatók a sztentmintázatok, javaslat adható a legjobb sztentgeometria kiválasztására, ezen kívül segíthetnek a már létező sztentek tulajdonságainak javításában, vagy akár új sztentmintázatok kialakításában [3].

2. Modellek

Összesen 7 eredeti és 6 egyszerűsített modellt terveztünk meg a SolidWorks program lemezalkatrészek készítésére alkalmas funkciójával. Az eredeti sztentek alapján készült modelleket a síkba leképezett sztentmintázat alapján készítettük el (1. ábra). A méretezésnél a mikroszkóppal készült képek alapján lemért és kiértékelt méreteket vettük alapul. A befogó méretek meghatározása után elkészítettük a sztentek egyszerűsített hálóját és modelljét. Az 1. ábrán egy 3×12 mm-es PtCr anyagú (C) jelű sztent eredeti modellje látható.



1. ábra. Balra: az eredeti sztent, Középen: a 2D-ba leképezett sztentmintázat, Jobbra: az elkészített sztentmodell

3. Szimulációk

Az elkészített sztent modelleken végeselemes szimulációkat végeztünk a SolidWorks szimulációs modulja segítségével. Bemenő adatként két különböző anyagot adtunk meg. Az egyik a programba integrált 316 korrózióálló acél, a másik pedig egy általunk választott L605 kobalt-króm ötvözet.

A szimulációk során a sztentek első gyűrűjét teljes egészében fixnek tekintettük, és az ehhez képest legtávolabb levő gyűrű egyik bordapárjára adtunk egy 0,05N nagyságú pontszerű erőt, majd a vizsgálatot minden bordapárral elvégeztük mindkét anyag esetében. A modelleken statikai vizsgálatokat végeztünk, melyek során meghatározható a terhelés hatására a sztentben ébredő

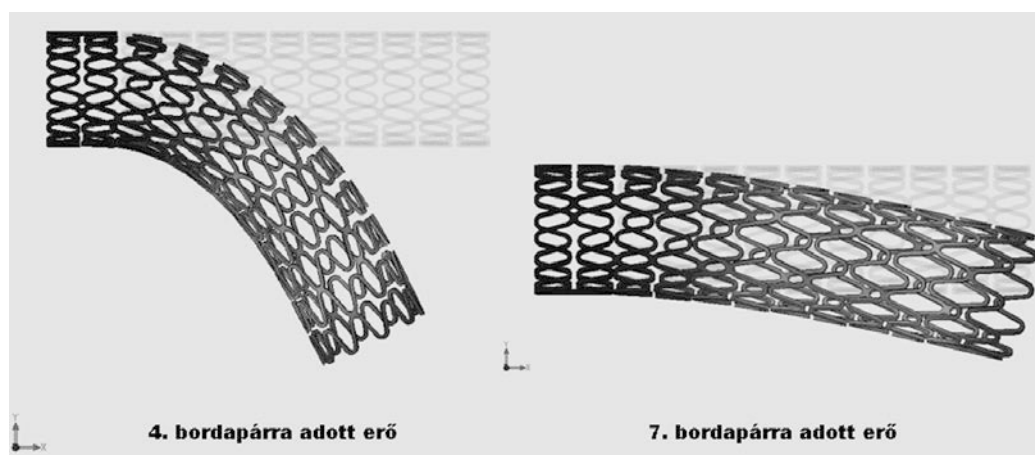
feszültség, az elmozdulás és a nyúlás. Jelen munka keretei között ezek közül alapvetően elmozdulás értékekkel foglalkozunk.

4. Eredmények

4.1 Hidak elhelyezkedésének hatása

A sztenteket geometriájuk alapján a vizsgálatunk szempontjából két csoportra oszthatjuk aszerint, hogy a befogás és a terhelés helyét felcserélve azonosan viselkednek-e. Ez a gyűrűk közti hidak elhelyezkedésétől függ. Abban a csoportban, ahol a sztentek terhelésre adott válasza eltérő a helytől függően, a szimulációkat a modellek mindkét végén külön elvégeztük, és ebből számítottunk átlagos elmozdulás értéket a két végre. Ezek alapján elmondható, hogy a sztentek különböző végére adott terhelés esetén az elmozdulások mértéke határozottan elválasztható.

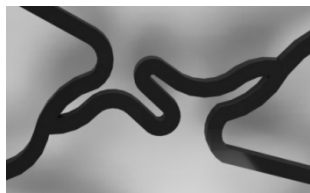
(C) sztent esetében is látszik, mennyire fontos a hidak helyzete a sztenten belül. A 2. ábra mutatja a 4. és a 7. bordapárra adott erő hatására fellépő elmozdulások közti különbséget. A sztent nyomott oldalán levő hidak elhelyezkedésétől függően változik a lehajlás mértéke. Minél nagyobb az elmozdulások relatív szórása, annál valószínűbb, hogy a sztentre ható erő irányától függően változik az elmozdulás. Tehát a gyűrűk közti hidak elhelyezésénél előnyösebb az elcsúsztatott elrendezés alkalmazása, mivel ily módon nem áll elő egy bizonyos irányba nagymértékű lehajlás.



2. ábra. (C) sztent lehajlása balra a 4. bordapárra, és jobbra a 7. bordapárra adott erővel

4.2 Hidak geometriájának hatása

A hajlékonyság szempontjából a hidaknak fontos szerepük van. A legnagyobb feszültség minden esetben a sztentek hídjaiban és a hidak és gyűrűk kapcsolatánál ébred. Érdekes külön a hidakat modellezni és ezeket vizsgálni a hidak geometriáját és darabszámát változtatva. Előzetesen úgy véljük, hogy két gyűrű között legalább három „S” alakú híd lenne megfelelő, mivel így a sztent tágulása során nem rövidülne (3. ábra).



3. ábra. „S” alakú híd

4.3 Bordák méreteinek hatásai

Vizsgáltuk, hogy a bordák méreteinek változtatása milyen hatással van a mechanikai tulajdonságokra. Kisebb bordaszélesség és bordavastagság esetén az elmozdulás nagyobb, így a sztent hajlékonyabb. Fémmel fedett felülete viszont kisebb, melynek következtében az ér visszaszűkülésének valószínűsége is kisebb. Fentiekből következtetve azt feltételezhetjük, hogy optimális sztent elérése érdekében nagyobb rugalmassági modulusú alapanyag használata és kisebb bordaméretetek kialakítása célszerű. A bordaszélesség túlzott csökkentése viszont nem ajánlott, mivel ekkor a sztent nem tud ellenállni az érfal nyomásának és összeeshet.

5. Összefoglalás

A kiterített sztentmintázatok alapján elkészítettünk 7 eredeti sztent alapján készült és 6 egyszerűsített térbeli sztentmodellt. Ezeket összesen 254 végeeselemes szimulációt végeztünk el. A sztentek mintázata nagyban befolyásolja több funkcionális tulajdonságukat is, ezeket vizsgáltuk. A szimulációs eredmények segítségével több javaslatot adtunk egy optimális sztentgeometria kialakítására.

Jelen munka időbeli korlátjai miatt mindenképpen indokolt a kutatás további folytatása, melyhez ezek az eredmények megfelelő kiindulási alapot nyújtanak. A továbblépés lehetséges iránya egy innovatív szemléletű sztent kialakításának megalapozása lehet.

Irodalom

- [1] Farkas Cs: *Szív és érrendszeri betegségek – Életmentő megelőzés*, Élet és tudomány, 2008 november
- [2] Bognár E: *Koszorúérsztentek passzív és aktív bevonatai és bevonatolási technológiái*, BME GPK PhD értekezés, 2009
- [3] Migliavacca F. és mások: *Mechanical behavior of coronary stents investigated through the finite element method*, Journal of Biomechanics, Jun;35(6):803-11, 2002

Kovács Miksa, Károly Dóra, Terdik Attila, hallgatók

Dr. Bognár Eszter, egyetemi adjunktus

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan L. u. 7. MT épület

Telefon / fax: +361-463-1234 / +361-463-1366

E-mail: matsci@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BIO-INTRAFIX INTERFERENCIACSAVAR VIZSGÁLATA RAMAN-SPEKTROSKÓPIÁVAL

KÖVESI Adrienn, BOGNÁR Eszter, ERDÉLYI Gábor

Abstract

Wide ranges of techniques for the reconstruction of anterior crucial ligament (ACL) are available. One of the most widely used fixation method for ACL reconstruction with four hamstring graft is the interference screw. Most of the screw made from bioabsorbable materials. The BIO-INTRAFIX composite system consist of two bioabsorbable β -TCP/PLA (Beta-tricalcium-phosphate/polyactid acid) components the expansion sheath and a tapered screw. β -TCP as an osteoconductive bioceramic material, provides to promote bone growth into the sheath screw. PLA is absorbed by the body. The clinical effects of β -TCP/PLA in general orthopaedics have been previously reviewed. However, no review to date has specifically reported on the use of BIO-INTRAFIX interference screw in ACL reconstruction surgery. The long-term clinical outcome is not yet known. In case of the implanted BIO-INTRAFIX screws, two percent of the patients presented with chronic wound drainage and pre-tibial cyst. So they needed to undergo a re-surgery and the surgeon removed the implant. Our aim was to investigate the explanted samples compare to the reference ones. We examined the difference between the sterile and the explanted screws chemical content with Raman-spectroscopy.

Keywords: anterior crucial ligament, interference screw, Raman-spectroscopy

Összefoglalás

Elülső keresztszalag pótlására számos műtéti megoldást ismerünk. Az egyik széles körben használt módszer, amikor interferencia csavarral, a sérült szalag pótlásaként, az ún. megnégyszerezett semitendiosus gracilis ínt rögzítjük. Vannak olyan új fejlesztésű interferencia csavarok, amelyek biodegradábilis (szervezetben felszívódó) polimerből készülnek. Előnyük, hogy a szervezetben hosszabb idő eltelte után szén-dioxidra és vízre bomlanak, így gyógyulás utáni második operáció szükségtelessé válik. Jelen kutatásunk célja, a *DePuy Mitek cég* BIO-INTRAFIX elnevezésű termékének vizsgálata. A termék egy interferencia csavarból és egy dübelből áll. Anyaga kétkomponensű kompozit rendszer, ahol a mátrixanyag, PLA-ból (politejsav), a beágyazott anyag β -TCP (β -trikalium foszfát). A β -TCP egy oszteokonduktív biokerámia. Problémaként merül fel, hogy csavarok a betegek 2%-nál okoztak posztoperatív traumás gyulladást, pretibiális cisztát, a műtétet követő időszakban. Bár a műtét elérte célját, a pótszalag a csonthoz tapadt, a várakozásokkal ellentétben, az implantátumot újabb műtéttel el kellett távolítani a beteg szervezetéből. Vizsgálatunk célja a steril referencia csavar és az explantált darabok kémiai analitikai összehasonlítása volt Raman spektroszkópia alkalmazásával. Konklúzióként elmondható, hogy az implantátum kémiai összetétele megegyező, nincsen további adalék és szennyezőanyag a kompozitban, valamint elsőként a P-O kötés szakad a degradáció során.

Kulcsszavak: elülső keresztszalag, lebomló polimer interferencia csavar, Raman spektroszkópia

Bevezetés

Az utóbbi 20 évben számos alap kutatás, klinikai tanulmány foglalkozott az elülső keresztszalag ligamentum cruciatum anterius (LCA) hiányos térd kezelésével. Az elülső keresztszalag, sérülésének száma irodalmi adatok szerint 0.36/1000 lakos évente [1]. Ez 10 millió emberre vonatkoztatva, –ami megfelel Magyarország lakosságának– évente kb. 3600 sérülést jelent. Ez igen magas szám, és ha

figyelembe vesszük, hogy ez a sérülés leggyakrabban a fiatal felnőtt, munkaképes lakosságot érinti, jelentősége igen nagy. Az LCA pótló műtét céljaként stabil, terhelhető, tünetmentes ízület elérése, és emellett az újrasérülések és a degeneratív elváltozások kialakulásának a megelőzése fogalmazható meg. Egyik lehetséges LCA rögzítési alternatívaként a csontfuratokban, a csontblokkok rögzítésére a fém vagy polimer felszívódó csavarral történő interferencia csavaros technika széles körben elterjedt és elfogadott módszernek számít [2]. A fém csavarokat egyre inkább helyettesítik a lebomló polimerből készült változatok. Előnyük a fémmel szemben, hogy a testben hosszabb idő elteltével széndioxidra és vízre bomlanak, ezért a gyógyulás után az implantátumot nem kell eltávolítani a beteg szervezetéből. Bár az interferencia csavaros rögzítés jó biomechanikai tulajdonságokkal rendelkező megoldás [3], a technika számos hátránnyal is bír: a csavar graftot károsító hatása a becsavarás alatt, a csavar - csontblokk divergencia (aminek a rögzítő erő csökkenése lehet a következménye), csavartörés, a csavarkivétel és újrasérülés esetén az MR vizsgálat nehézségei [4]. Legnagyobb probléma mégis az esetenként előforduló hosszú távú biokompatibilitás elégtelensége. A tatai Kastélypark Klinikában végzett műtétek 2%-ban fordult elő, hogy a szervezet idegen anyagként kezelte az implantátumot. Az idegentest reakció következménye az implantátum körüli szövetek gyulladása volt, végül az implantátumot egy újabb műtéttel el kellett távolítani a betegek szervezetéből. Az ily módon eltávolított explantált darabok in vitro vizsgálata hozzásegít a hibás működési folyamatok okainak megértésében, jobb biokompatibilitás elérésében.

Célkitűzések

Kutatási célként a műtét során eltávolított explantált csavardarabok kémiai analitikai összehasonlítását tűztük ki célul, referenciaként felhasználatlan steril csavart használtuk. Célul tűztük ki, hogy:

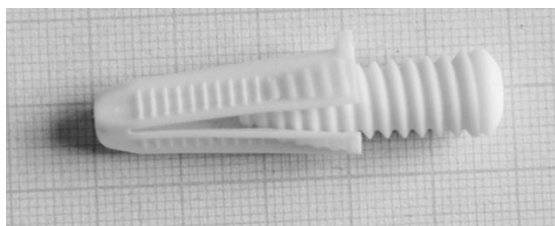
1. Megvizsgáljuk a steril csavar és dübel kémiai összetételét. Arra a kerestünk választ, hogy az összetétel eltérő vagy pedig megegyező. Ez azért fontos, mert ha a két anyag összetétele eltér, további mérésekhez a vizsgálati sort külön kell választani.
2. Ellenőrizzük, hogy a PLA/B-TCP kompozit rendszerben kimutatható-e a gyártó által nem jelölt további alkotó, vagy szennyező anyag.
3. Információkat kapjunk arról, hogy mely kémiai kötésben kezdődik meg a degradáció.

Kísérleti munka

Felhasznált anyagok

Az interferencia csavar két anyag, a politejsav (PLA) és a béta trikalcium foszfát (β -TCP) keveréke. A terméket mikrorészecske diszperziós technológiával (MDT) állítják elő, ami azt jelenti, hogy két anyagból egy homogén keverék kompozit rendszert hoznak létre, ötvözve a két anyag előnyös tulajdonságait. Ennek előnye, hogy a lebomlás a tömbi anyagban, és annak felületén, a két anyag közel 100%-os homogenitása miatt, egyformán megy végbe. A felszívódást leginkább befolyásoló tényező az anyagi minőség, valamint a méret, geometria, felszíni kialakítás, molekulatömeg anyagforma

(kristályos vs. amorf), kiegészítő anyagok jelenléte, az implantáció helye (csont, vagy lágyrész), vérellátás, az implantátumot érő behatások (nyomás), életkor, sterilizálás módja, és gyártás módja [5].

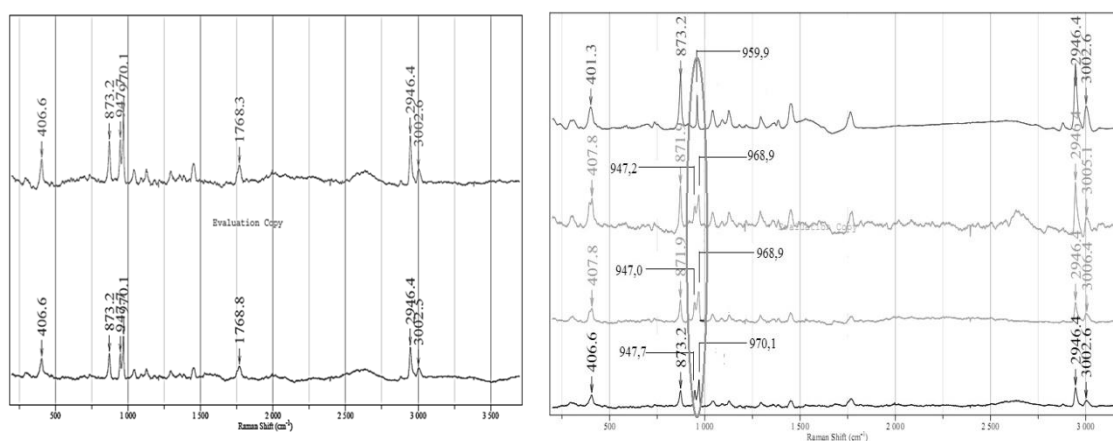


1. ábra Bio-Intrafix dübel (bal oldal) és csavar (jobb oldal)

Módszerek

Felhasznált anyagaink 1 db PLA/ β -TCP steril dübel, valamint 3 db explantált PLA/ β -TCP voltak, amelyek különböző időben kerültek kioperálásra. Vizsgálatainkhoz Raman spektroszkópiát (Jobin Yvon LabRam) alkalmaztuk. A mérés menete: 532 nm hullámhosszú lézerrel mértük, 3 másodperces mérési idővel, és huszonötösöri ismétléssel. A szilárd mintákból néhány grammnyi mennyiséget egy üveglapra helyeztünk és a lézer fény útjába igazítottuk, mikroszkóp segítségével beállítottuk a fókuszpontot. A Raman-szórásból érkező fotonokat CCD detektor érzékelt. A Raman sávok intenzitásai a spektrumokban a Raman eltolódás függvényében, a detektorra érkező fotonokkal arányos egységekben kerültek ábrázolásra. A pontosabb kiértékelhetőség miatt a méréseket háromszor megismételtük, majd átlagoltuk. A felvett spektrumokon alapvonal korrekciót és intenzitás egyeztetést hajtottunk végre a jobb összehasonlíthatóság érdekében. A 4db mintánk kiértékeléshez a LabSpec-5 programot használtuk.

Kísérleti eredmények



2. ábra a) Steril csavar (felső) és steril dübel (alsó) spektrumai, b) steril minta és az explantált darabok spektrumai.

1. A steril mintából mértük a dübelt és a csavart, mivel felmerült, hogy az anyagukban lehet különbség. A spektrumok igazolják, hogy a dübel és a csavar anyaga megegyezik, ezért nem tettünk különbséget közöttük és steril mintának nevezem a továbbiakban (2.a ábra).
2. A 2.a) ábrán a spektrumokon, további szennyező illetve adalékanyagot nem találtunk.
3. A 2.b) ábrán 945-970 cm^{-1} tartomány a PO4 3- (P-O szimmetrikus megnyúlás) látható. A steril minta spektrumán a 947,5 és 970,1 cm^{-1} levő csúcsok a harmadik explantált minta spektrumán 959,9 cm^{-1} -on lévő csúccsá olvadnak össze. A P-O kötésben történt változás igazolja, hogy az implantátum anyagszerkezete változik az idő függvényében és a változás első lépése, hogy a mátrix és a töltőanyag közötti adhéziós erők gyengülnek. Ennek következménye, hogy a β -TCP kalcium ionjai kihasadnak a polimerből és a helyükre víz diffundálódik, vagyis elindul a kioldódás folyamata. A spektrumokon a 3000 cm^{-1} -nél lévő csúcsok a PLA CH2 és CH3 csoportjai, amelyek nem szenvedtek változást az idő függvényében, tehát a mátrix anyagban nem történt változás. Tehát a TCP elkezd kioldódni az explantokban de a tejsav polimer szerkezete nem változik.

Összegzés

Konklúzióként elmondható, hogy a csavar és a dübel anyaga megegyezik, tehát mintavételezés szempontjából azonos. További adalék és szennyezőanyag a felvett spektrumok alapján nem mutatható ki. A bomlási folyamat első lépése a P-O történik. A kapott adatok további kísérleteink alapjainak tekinthetők.

Irodalomjegyzék

- [1] Hidasi Péter.: *Elülső keresztszalag-pótlásnál alkalmazott femoralis press-fit rögzítés longitudinális biomechanikai és szövettani vizsgálata állatmodellen, valamint összehasonlító klinikai értékelése*. Doktori Értekezés, 2005, 25-27
- [2] Pavlik Attila.: *Az elülső keresztszalag pótlásnál alkalmazott femoralis press-fit rögzítés Kadáver térdek biomechanikai és a módszerrel végzett műtétek klinikai eredményeinek prospektív vizsgálata*, Doktori Értekezés, 2005
- [3] Kister, G. Cassanas, M. Bergounhon, D. Hoarau, M. Vert.: *Structural characterization and hydrolytic degradation of solid copolymers of d,l-lactide-co-1-caprolactone by Raman spectroscopy*, Polymer 41 (2000), 925-932
- [4] MAJ(P) E. Schuyler DeJong, MD Daniel Brooks, BS.: *Revision anterior cruciate ligament reconstruction following primary cruciate ligament reconstruction utilizing an absorbable PLA interference screw, a cadaveric study*, USA Military Academy, 2008
- [5] John C Gallagher, Aaron G Rosenberg, Rubash.: Harry R *The Adult knee, Biodegradable materials for use in the knees biological response consideration*, Lippincott Williams & Wilkins 273-276

Kövesi Adrienn doktorandusz

Egyetem: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány-és Technológia Tanszék

Cím: H-1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca, 7, Telefon:+36-30/536-22-60

E-mail: kovesia@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MAGAS SZÉNTARTALMÚ ACÉL FŰRÉSZLAPOK TIG HEGESZTÉSE

KOZMA Bálint, SIMON Gergely

Abstract

We performed experimental welding of C75 carbon-steel saws and then prepared cross-section grinding of the welded joints and done microscopic photographs on the specimens. The samples got a pre- and post heat treatment; we tried to use different welding parameters and used different consistence of the fill rods.

Key words:

High carbon steel saw; TIG welding

Összefoglalás

C75-ös acél fűrészlapok kísérleti TIG hegesztését végeztük el, a hegesztett kötésekről keresztmetszeti csiszolatokat, róluk mikroszkópos felvételeket készítettünk.

A próbadarabokat elő- és utóhőkezelésnek vetettük alá, kipróbáltunk más-más áramerősséget és különböző összetételű hegesztőanyagokat.

Kulcsszavak:

Fűrészlap; Magas széntartalmú; TIG;

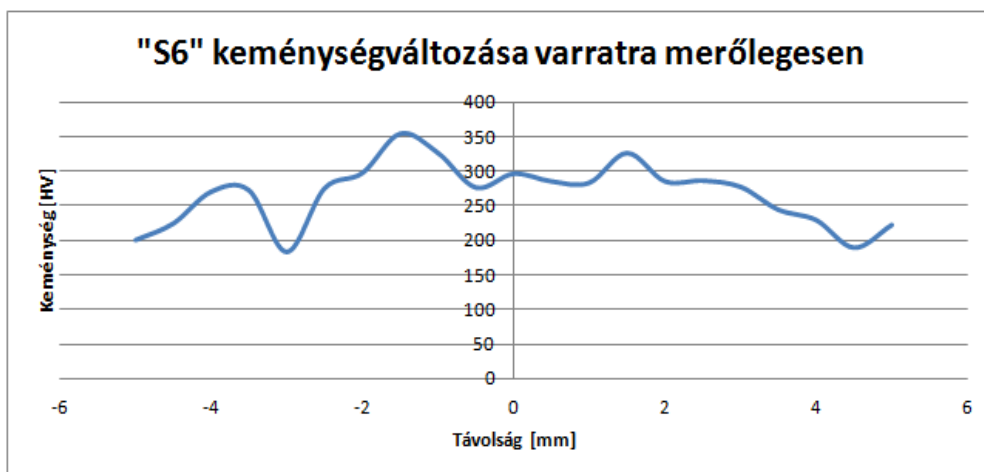
1. Bevezetés

A munka során igyekeztünk magas széntartalmú, ötvözetlen acél fűrészlapok között kötést létrehozni volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztéssel, ehhez többfajta hegesztőanyagot is alkalmaztunk, ötvözetlent (S-szériás próbadarabok) és ötvözöttet egyaránt, melyek között volt egy fémportöltetű is.

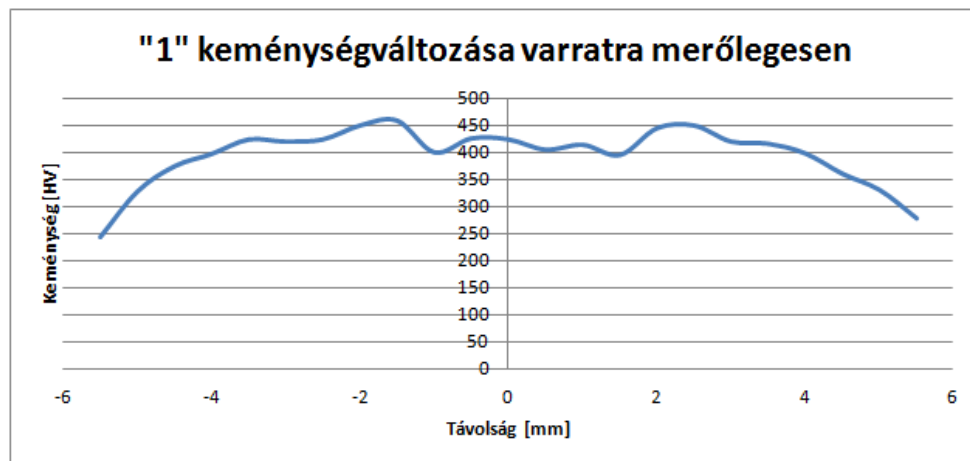
Rendelkezésünkre állt egy előzőleg kifejlesztett hegesztőautomata felszerelve huzaladagolóval, előmelegítő berendezéssel, melyen apróbb módosításokat kellett végrehajtanunk a kezdeti ismerkedés után, így készítettünk egy új hegesztőanyag adagoló fület, mely a hegfürdőbe pozicionálja a huzalt, módosítottuk a hegesztőanyag megvezetésére szolgáló tömlő útját, hogy a hegesztés során ne lépjen fel a lengéséből adódó elégtelen huzaladagolás. Ezen finomítások után kezdhettük el a lényegi munkát, mely a más-más hegesztési paraméterek valamint az elő- és utóhőkezelés paramétereinek összehangolásából állt.

A hegesztés után a legyártott mintákat roncsolás mentes és roncsolásos vizsgálatnak vetettük alá (kézi hajlítás, keménységmérés, keresztcsiszolatok, mikrokeménység mérés). Mivel működésük során az egyik lényegesnek mondható terhelés húzó igénybevétel összehasonlító szakítópróbát is végeztünk egy ötvözött és egy ötvözetlen hegesztőanyaggal készített próbatesten.

2. Ábrák / Képek

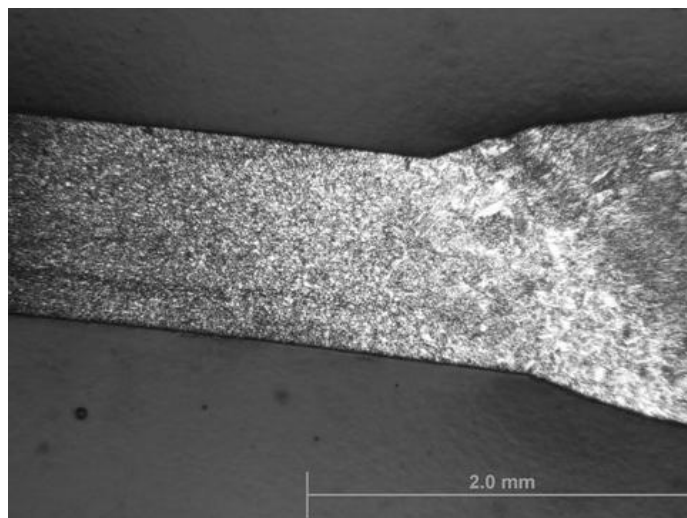


1. ábra. S6 keménységváltozása a hossz mentén.



2. ábra. 1 keménységváltozása a hossz mentén.

A diagramokon jól látszik, hogy az ötvözetlen hegesztőanyaggal készült S6-os minta keménységértékei alacsonyabbak, mint az 1-esé, melyet az ötvözött, WDI MoNiCr hegesztőanyaggal készítettünk. Feltételezhetően az ötvözött hegesztőanyag nikkeltartalma váltotta ki ezt az eredményt.



3. ábra. S6 minta (Nagyítás: 2,5x)

3. Táblázatok

1. táblázat. Az alapanyag összetétele

	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	N%	H%
C75S	0,74	0,19	0,62	0,009	0,002	0,35	0,0079	0,000056

2. táblázat. A hegesztőanyagok összetétele

Hegesztőanyag	átmérő mm	C%	Mn%	Si%	P%	S%	Cr%	Ni%	Mo%
WDI G3Si1	0,8	0,08	0,95	0,4	0,02	0,02			
WDI MoNiCr	0,8	0,1	1,6	0,5			0,3	1,4	0,3
Stein-Megafil 742M	1	0,05	1,6	0,4	<0,015	<0,015	0,5	2,2	

3. táblázat. A hegesztési paraméter

Minták	Áramerősség (A)	Előmelegítés	Utókezelés	Alapa. (HRC)	Hőhat. öv. (HRC)	Varrat (HRC)
S6	34	420°C, 5 perc	360°C, 3 perc	46	40	38
1	37	420°C, 5 perc	320°C, 5 perc	44	34	40

Mivel az eutektoidos acélok nem tartoznak a jól hegeszthető acélok közé, ezért hegesztésük során problémát okoz az alapanyag nagy karbontartalma, mivel a hegesztést követő hűlés során a hőhatásövezetben és varratban keletkező, kis alakváltozó képességű fázisok nem képesek elviselni a

hőmérsékleti feszültségből adódó húzóterhelést, így repedések alakulnak ki, amennyiben ezeket az acélokat a hegesztés előtt és az után nem hőkezeljük. A hőmérsékleteket és az időket a hőkezeléshez a jelenleg alkalmazott fogyóelektródás végtelenítés alapján határoztuk meg.

4. Következtetések / Összefoglaló

A kapott eredmények alapján a volfrámelektródás ívhegesztés alkalmas lehet magas széntartalmú fűrészlapon végtelenítő hegesztésére. Az eljárás során létrejött varratfém tisztább, jobb minőségű, mindemellett kevesebb hegesztőanyagot igényel, fröcskölés nem mutatkozik a hegesztés során. A hegesztett kötések minősége megfelelő, a varrat esztétikus, a varratdudor és a gyökérdudor igen csekély, ami azért is hasznos, mert így csökkenti az eddig a lapvastagságot jelentősen meghaladó varratdudorok lecsiszolásának szükségességét, és mérsékli az e közben bekövetkező csiszolási beedződés kockázatát. A vizsgált ötvözött hegesztőanyagok alkalmasak a fűrészlapon hegesztésére, melyek közül a nikkel tartalmúak jobb szilárdsági tulajdonságot mutattak. További vizsgálatok elvégzését szükségesnek látjuk, mint például teljes technológiai, mechanikai (ütőmunka, hajlítás, szakítópróba) és anyagtechnológia (kialakult szövetszerkezet) összevetés a jelenleg is alkalmazott fogyóelektródás hegesztéssel. további terveink között szerepel egy fárasztóvizsgálat elvégzése a volfrámelektródás ívhegesztéssel végtelenített fűrészlapon.

Irodalom

- [1] - *Hegesztés és rokon technológiák*, Gépipari Tudományos Egyesület (2007) 185.
- [2] - Magasdi Attila: *Eutektoidos acélszalagok hegesztett kötéseinek fáradása* - PhD értekezés
- [3] - Dobránszky János: *Nagy C-tartalmú acélszalagok folyamatos hőkezelése*, Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények 128 (2002) 201-204.

Kozma Bálint (hallgató), **Simon Gergely** (hallgató)

Tagszervezet neve: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest Bertalan Lajos utca 7. MT épület

Telefon / Fax: 463-1234

E-mail: matsci@eik.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

PERLIT, HŐSZIGETELŐ ÁSVÁNYUNK

KOZMA Kata, KUTI János

Abstract

Hungary was in the world's top five of perlite mining, that is one of the most well-known and widely used material abroad. Perlite is a volcanic glass, glassy siliceous volcanic rock that is appropriate for heat swells, it is excellent for thermal insulation. It is a suitable natural material for thermal insulation of buildings, because of the increasingly stringent environmental regulations.

I think a common goal to protect our environment. To be used in construction materials, which are not only effective and economical, but their use does not pollute the environment. In my dissertation I examine the incorporation of perlite and mention examples of application areas. In addition, I draw your attention to the importance of renewable energy.

Key words:

perlit, green energy, recycling, environment protection

Összefoglalás

Magyarország a világ első öt perlit kitermelői közé tartozott, külföldön ez egyik legismertebb és széles körben alkalmazott anyag. Perlit egy vulkáni üveg, szilikáttartalmú üveges vulkáni kőzet, mely megfelelő hő hatására megduzzad, így hőszigetelésre kiválóan alkalmazható. Az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások miatt épületek hőszigetelésére az egyik megfelelő természetes anyag a Perlit.

Úgy gondolom környezetünk védelme közös cél. Olyan építőipari alapanyagokat kell felhasználni, melyek nem csak gazdaságosak és hatékonyak hanem előállításukkal és beépítésükkel nem szennyezzük környezetünket. Cikkemben kitérek a Perlit beépítésére és említék példákat a felhasználási területeire. Emellett felhívom a figyelmet a megújuló energia felhasználásának fontosságára.

Kulcsszavak:

Perlit, környezetvédelem, hőszigetelés, újrahasznosítás

1.Bevezetés

Perlit egy ásványi kőzet, mely hazánkban is megtalálható. Magyarország a világ első öt perlit kitermelői közé tartozott a világban. Magyarország észak-keleti részén található lelőhelyeken XIII. századtól bányászták (Tokaji-hegységben és a Mátra-hegységben). Perlit a legismertebb és széles körben alkalmazott környezetbarát anyag, melyet az egyre fejlődő építészeti-gépészeti megoldásoknál használnak.

Az ország évi energiafogyasztásának mintegy ¼-ét épületek fűtésére használjuk fel. Ennek az energiamennyiségnek a környezetkárosító hatása, visszafordíthatatlan következményeket okoz. Úgy gondolom, a környezetszennyezés megállítása érdekében mindenkinek egységesen és tudatosan kell

cselekedni. A szigetelés az egyik legfontosabb eleme az otthoni energia-hatékonyságnak, valamint a másik kulcsfontosságú dolog, hogy az energiaszámláinkat csökkentsük.

A perlit felhasználása szorosan kapcsolódik a környezetünk védelméhez, ugyanis a perlit, mint hőszigetelő kiváló tulajdonságokkal rendelkezik. Azokban az országokban, ahol a környezetvédelemre fokozottan ügyelnek, egyre inkább a környezetbarát perlitet alkalmazzák a hasonló tulajdonságú mesterséges anyagokkal szemben.

A világ építőipari elgondolásait egyre inkább áthatja a túlzott mértékű energiatakarékosság. Úgy gondolom a megfelelő szigetelés és energiatakarékosságot bizonyos keretek közé kellene szorítani, ugyanis takarékoskodásaink hosszútávon nem biztos, hogy kifizetődőek, gondoljunk itt a **környezetünk védelmére**. Érdemes elgondolkodni a környezetvédelmi óvintézkedések megvalósításánál, mennyire károsítjuk környezetünket azokkal. Felmerülhet a kérdés, hogy szigeteléseink, vagy bármely más környezetbarát anyag előállítása során milyen környezet szennyező hatások érik Földünket.

2. A perlit kőzet tulajdonságai és felhasználása

A perlit egy vulkáni üveg, (szilikáttartalmú üveges vulkáni kőzet), amely kis mennyiségben kristályos fázist és meghatározott mennyiségű kötött vizet is tartalmaz, amely gyors hevítéssel a lágyulási hőmérséklet határértéken belül lévő tartományban megfelelő hőmérsékletre hevítve megduzzad, és közel 10-20 szorosára csökkenti a térfogatsúlyát. A folyamat nagyban hasonlít a pattogatott kukorica készítéséhez. A művelet során a kötött víz gőzzé alakul és ezernyi pici buborékot képez a hő által megpuhított üvegszerű részecskében, ezáltal megnő a térfogata, lecsökken a térfogatsúlya, de megtartja az alumíniumszilikátos összetétel alapvető tulajdonságait. A nyers kőzet színe az átlátszótól a világos szürkén át egészen a fénylő feketéig terjedhet, a felduzzadt perlit színe a hófehér és a szürkés fehér között lehet.

Előállítása:

A perlit kőzetből előbb aprítják (0,2-2,5 mm szemcseátmérőjűre), szárítják, őrlik majd osztályozzák. Ezek után alkalmas duzzasztásra a perlit őrlemény.

A duzzasztott perlitet válogatás nélkül, vagy válogatás (a durva és finom szemcséket légtechnikai módszerrel választják szét) után alkalmazzák. A keletkezett duzzasztott perlit térfogatsűrűsége minőségétől és az elvárásoktól, további felhasználás céljától függően változik. A perlit felhasználási területe ma már nagyon széles. Míg korábban csak az építőipar használta, ma számos iparág igényli már ezt a nyersanyagot.

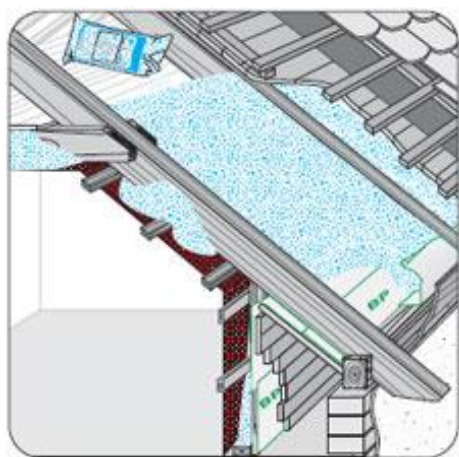
Természetes anyag, hangszigetelő, hővezetési tényezője viszonylag alacsony, tehát jó hőszigetelő, duzzasztott állapotában pihekönnyű, olcsó, a többi szigetelőanyaghoz képest, egyszerűen kezelhető, akár utólag is beépíthető.

A hagyományosan használt szálás és szigetelőanyagok hő technikai tulajdonságait gyakran lerontják a kivitelezési hibák. Ugyan is a szigetelőtáblákat két rétegben, átlapolással rakják be a szarufák közé, de előfordul, hogy rés marad a hőszigetelés és a szarufa között ami hőhidat eredményez.

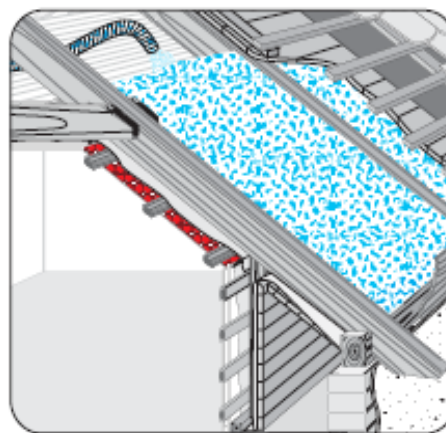
Az ömlesztett hőszigetelések viszont kitöltik a rendelkezésükre álló teret, így kizárt, hogy hőhid maradjon a hőszigetelő anyag és az épület szerkezete között.

Emellett alkalmazzák még üreges téglák kitöltésére, beton adalékként, perlites vakolatokhoz, habarcsokhoz.

Két gyakori módszert szokás alkalmazni tetők szigetelésénél:



1. kép Beöntéses módszer



2. kép Befújásos módszer

3. Következtetések

Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) 2500 tudós bevonásával végzett kutatása szerint 2100-ra 6,3°C-al növekszik a Föld átlaghőmérséklete (ennek hatásai: klímaváltozás, tengerszint emelkedés, sivatagok térnyerése, extrém időjárási hatások).

Kiotói Jegyzőkönyv vállalásai: 1997-től 15 év alatt 5%-al csökkenteni kell kibocsátásainkat. Az EU álláspontja: 2020-ig a kibocsátást 25-40%-al csökkenteni kell. Egy szigeteletlen ház éves CO₂ kibocsátása 8,1 tonna/év, európai mértékű hőszigeteléssel 2,2 tonna/év-re csökkenthetjük.

Erre egyik kiváló anyag a perlit, mint hőszigetelés. A káros anyagok kibocsátásukat pedig minimálisra igyekeznek csökkenteni. Perlit előállítása kevesebb káros anyagkibocsátással jár mint bármely mesterségesen előállított anyag.

Az energia hatékonyság főpillére lehet a fosszilis energia felhasználása, valamint az alternatív energia újabbnál újabb felhasználási módszerei. Gondoljunk itt a napenergia, szélenergia, vízenergia alkalmazására. Emellett felhasználható a természetes hőszigetelő anyag is, a perlit, mely környezetvédelmi szempontból is kiváló.

Manapság környezetünk védelméhez nem csak az energia hasznosítás, hanem a károsanyag kibocsátás csökkentése is hozzá tartozik. Mindenkihez eljutnak a környezetkárosítással kapcsolatos információk, így közös érdek földünk védelme.

Környezetünkért közösen kell tenni, ha minden ember sajátjának tekinti Földünk védelmét, akkor a megannyi porszemből álló lakosság környezettudatossága felépül, mint a sivatag. A Perlitet nem csupán építőipar használja, hanem a mezőgazdaság is.

A talajjavítás során a kötött talajokat lazítja, a laza talajokban a vízmegkötést, vízmegtartást biztosítja. Ma már ott tartunk, hogy akár a hagyományos fűtési rendszer nélkül is építhetünk épületeket. Ezeket a házakat „Passzív házaknak” nevezzük. Itt kulcs szerep hárul az épületek hőszigetelésére. Perlit egy olyan anyag mely, hazánkban is megtalálható, így a hazai perlitet ajánlatos beépítenünk épületeinkben, ugyanis helyben van és gyorsan elérhető.

Építkezéskor olyan anyagokat válasszunk mely élettanilag megfelelőek. Emellett nem elhanyagolható, hogy a felhasznált anyagok ne legyenek allergének, így biztonságos és kellemes otthont varázsolhatunk magunknak és hozzátartozóinknak. Ezek után fontos, hogy házunkat ízlésesen rendezzük be.

Irodalom

- [1] A kerámiai kötésű perlit hőszigetelő anyagok: Építőanyagipari Központi Kutató Intézet 1960.[2,5,7]
- [2] Eljárástechnika, környezetvédelem: A Miskolci Egyetem Közleménye 2001.[6,14, 15]
- [3] <http://www.knauf-perlite.de>
- [4] <http://www.perlit.org/>
- [5] <http://www.perlit92.hu/magyar/magyar.htm>
- [6] <http://www.wienerberger.hu>

Kozma Kata, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Budapest Népszínház utca 8.

E-mail:kozma.kataa@gmail.com

Kuti János, műszaki ügyintéző

Munkahely: Óbudai Egyetem

Cím: 1081, Budapest Népszínház utca 81

Telefon / Fax: 06-1-666-5415

E-mail: kuti.janos@rh.uni-obuda..hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FEJLESZTÉSEK A MAGYAR CUKOR ZRT. BIOGÁZ ÜZEME TERÜLETÉN

KURUCZ Tamás, SZENDEFY Judit

Abstract

The main theme of my paper is Hungary's only sugar factory in operation, the Magyar Cukor Zrt, and the nowadays carried out by the developments highlights of them biogas improving factory.

Described in detail the biogas production phases, composition and demonstrate the microorganisms that play an important role, introduce the biomass, and sugar beets, such as biogas production of essential raw materials. In this context, I illustrate the current situation of Hungarian sugar beet production, the sugar factories and the importance of the sugar industry in today's line-up.

Last but not least I would like demonstrate with this report that during the campaign, how can a minimum of external energy to operate a factory, so that millions of forints to reduce the processing cost of energy.

Key words

biogas, sugar beet, cost of energy, Magyar Cukor Zrt.

Összefoglalás

Dolgozatom fő témája az ország jelenleg egyetlen üzemben lévő cukorgyára, a Magyar Cukor Zrt., azon belül is a közelmúltban elvégzett fejlesztések ismertetése, kiemelve közülük a biogáz fejlesztő üzemet.

Részletesen ismertetem a biogáz előállításának szakaszait, összetételét, valamint bemutatom azokat a mikroorganizmusokat, amelyek a gáz előállításában fontos szerepet töltenek be, valamint bemutatom a biomassa, biogáz ipari felhasználásának sokszínűségét, és a cukorrépat, mint a biogáz előállításához elengedhetetlen alapanyagot. Ehhez kapcsolódóan szemléltetem az aktuális magyarországi cukorrépa termesztés helyzetét, a cukorgyarak jelentőségét és a cukoripar mai felállítását.

Nem utolsó sorban ezzel a beszámolóval szeretném szemléltetni, hogy miképp lehet kampány idején minimális külső energiafelhasználással üzemeltetni egy gyárat úgy, hogy több millió forinttal csökkenjen a feldolgozás energiaköltsége.

Kulcsszavak

biogáz, cukorrépa, energiaköltség, Magyar Cukor Zrt.

1. Bevezetés

Dolgozatom a fitomasszára, azon belül is a cukorrépára irányul, mint lehetséges biogáz alapanyag, valamint a Magyar Cukor Zrt. biogáz fejlesztő részlegének megépítésének célját és fejlesztéseit írja le.

A cukorrépa az egyik legfontosabb élelmiszeripari növényünk. A cukorrépa azonban nemcsak fontos ipari termék, hanem melléktermékei révén jelentős a takarmánybázis biztosításában is. A cukorrépa üzemi mellékterméke a répaszelet és a melasz is értékes takarmányok, alapanyagok egy, még számunkra kevésbé ismert energia előállításához.

A mezőgazdasági mellékterméktől a biogázig rendkívül hosszú út vezet. A mai gazdaság megköveteli a korszerű és olcsó energia előállítását, felhasználását. Minden gazdaság, vállalat álma, hogy az energiafelhasználást a minimumra csökkentse, de úgy is fogalmazhatnánk, hogy a felhasznált energiát a lehető legolcsóbban érhesse el, szerezhesse be.

2. A biogáz, mint hasznosítható energiaforrás

A biogáz előállításának több módja is ismert, ahogy annak alapanyagai is változatosak. A biomassa alapvetően 5 nemzetgazdasági ágból (növénytermesztés, állattenyésztés, élelmiszeripar, erdőgazdaság, kommunális szféra) származhat.

2.1. Mikroorganizmusok

A meglévő biomassa első lépése a rothasztás, mely 4 szakaszban, különböző baktériumcsaládok segítségével fermentorokban történik.

A négy folyamat a következő:

- Hidrolízis;
- Savanyítás;
- Ecetsavképződés;
- Metánképződés.

2.2. A biogáz összetétele

A biogáz túlnyomó részét metán (CH_4) és szén-dioxid (CO_2) alkotja, melyek mellett még egyéb, nem kívánatos gázok is megtalálhatóak. A biogázban általában elérhető metántartalom kb. 50...75%. A CO_2 -tartalmat általában Brigon-műszerrel mérik, és ebből egy kevés maradékgáz (6...8%) levonásával a metán tartalom is számszerűen kiadódik. A maradékgázok közé tartozik például a kénhidrogén.

3. A cukorrépa, mint lehetséges biogáz alapanyag

3.1. Cukorrépa termesztés Magyarországon

Magyarország a cukorrépa termesztés szempontjából nem tartozik a legkedvezőbb adottságú térségek közé, de termésmennyiségünk a hazai szükségleteket kielégítik. Ahhoz, hogy a cukoripar fellendülhessen hazánkban, különböző fejlesztéseket, a cukorrépa termesztésének korszerűsítését kellett indítványozni.

1. táblázat. Hazánkban megtermelt cukorrépa mennyiség és a betakarított szántóterület nagysága

[Forrás: Központi Statisztikai Hivatal]

Év	Termelés (ezer tonna)	Betakarított szántóterület nagysága (hektár)
2006	2454	n.a.
2007	1693	n.a.
2008	573	n.a.
2009	737	13750
2010	819	13859
2011	856	15154

3.2. Cukorgyárak akkor és most

A Magyar Cukor Zrt-t 1995. július 1-jén jött létre, majd 1996-ban az AGRANA többséget szerzett a társaságban, és ezzel a lépéssel a cég megindult az európai fejlődés útján. A szükséges racionalizációs lépések végrehajtása után létrejött a jelenlegi utolsó cukorgyárból (Kaposvári Cukorgyár) és a budapesti központból álló vállalati struktúra, amelynek élén 2010. májustól az Igazgatótanács áll.

4. A kaposvári cukorgyár biogáz üzeme

4.1. Előzmények, a beruházás szükségességének okai

A Kaposvári Cukorgyár az 1990-2005-ig tartó időszakban számos technológiai változtatással, a felére tudta csökkenteni energiafelhasználását, feldolgozott répára vetítve 450 kWh/t –ról egészen 200 kWh/t értékre. További energia megtakarítást azonban már nem tettek lehetővé a gyártáson belüli fejlesztések ezért más, olcsóbb energiahordozó felhasználása vált indokolttá.

A cukorgyártás során nagy szervesanyag-tartalmú melléktermékek keletkeznek, melyek megfelelő nyersanyagot biztosítanak biogáz termeléséhez. Ezek közül a legnagyobb mennyiségben a kilúgzott préselt cukorrépaszelet áll rendelkezésre, melynek mennyisége napi 1800-2000 t a kampányidőszak alatt.

4.2. A beruházás rövid ismertetése

A 2006-ban megépített kísérleti üzem két, egyenként 5 m³-es, párhuzamosan működtetett fermentorjaiban végzett kutatások alapján, az egylépcsős, azaz a hidrolízist, savképzést és metánképzést egy tartályban megvalósító fermentáció bizonyult megfelelőnek. Emellett a félüzemi kísérletekben meghatározták a préselt szelet anaerob lebontásához szükséges 24 napos tartózkodási időt, a makro- és mikroelem igényt, a megfelelő adagolási és hableverő technikát, illetve az optimális körülmények között biztosítható hozamot, mely 22 %-os száraz anyag tartalmú préselt szeletnél 110 m³/t, 50-52 % metán tartalmú biogáz.

A kísérleti adatok alapján a 2007-ben épült 2x13 000 m³-es fermentorban képződő biogáz mennyiségét napi 110.000 m³ re tervezték, ez azonban az elmúlt évek optimalizálásának köszönhetően mára 150 000 m³ –re emelkedett. A 2011-ben megépült harmadik fermentorral 2500 000 m³-re nőtt a biogáz termelő kapacitása. A 16500 m³-es fermentorral együtt így a kampány során felhasznált energia 75-80%-át tudják biogázzal fedezni. A cukorgyári kazánokban az égőket 0-100 % tartományban biogázt és földgázt is hasznosítani képes égőkre cserélték, így a képződő biogáz elégetése közvetlenül a helyszínen történik kampányidőszak alatt.

A kazánházban a gáz hőmérsékletének beállítása ellenáramú vízhűtővel történik. Az ideális érték 40°C. A biogáz, illetve földgáz túlnyomó részben villamos energia előállítására fordítódik. Ezt a feladatot 5 gőzkazán és 2 gőzturbina látja el.

4.3. További fejlesztések

A fermentorok üzembe lépése után a félüzemi berendezésben tovább folytatott kísérletek igazolták, hogy a fermentorokból távozó fermentléből még további biogáz nyerhető, amely alapján a cukorgyár egy ún. utófermentor építését valósította meg. A bővítés célja azonban nemcsak a további gáznyerés volt, hanem a fölösiszapot is feldolgozó vállalati szennyvízkezelés határfokának a javítása és a tapasztalható szaghatás mértékének a csökkentése. Az utófermentorban ugyanis a fermentációs bontásra adott alapanyag maradéka is elbontásra kerül.

5. Következtetések / Összefoglaló

A cukorgyár a „nulla külső energia” projekt keretében a jövőben egy a biogázt a földgáz-hálózatba táplálásra alkalmas tisztaságúra tisztító biometán tisztító projektet is tervez megvalósítani, így képes lesz „nulla” külső erőforrás felvásárlás mellett ellátni a saját hálózatát energiával.

Irodalom

A dolgozatomban felhasznált adatokat a Magyar Cukor Zrt., valamint a Központi Statisztikai Hivatal biztosította számomra. Az itt megtalálható információk nyilvános jellegűek.

Kurucz Tamás, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon: +36 1 666-5300

Fax: + 36 1 666-5423

E-mail: tommykurucz@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

IMPEDANCIA MODELL ALAPÚ ROBOT INTERAKCIÓ IDŐKÉSÉS- ÉS MEREVSÉGFÜGGŐ POLITOPIKUS LPV MODELLEZÉSE

KUTI József, GALAMBOS Péter, BARANYI Péter

Abstract

Impedance/admittance control algorithms are considered as key technologies in human-robot interaction and other fields of advanced robotics where complex physical interaction plays role. In this paper, we utilize a Tensor-Product (TP) Model Transformation based method to derive the delay and stiffness dependent polytopic LPV representation of the impedance controlled physical interaction. The applied transformation method is feasible with bounded delay, where the upper bound is the non-linear function of the environmental stiffness. Thus, the ideal transformation space is non-rectangular that makes it improper for the TP model transformation. We propose a dimensionless parametrisation to define a rectangular transformation space upon which the transformation becomes viable. The resulted model form is promptly appropriate for the modern multi-objective LMI based control design techniques.

Keywords:

Interaction robotics, LPV/qLPV modelling, impedance/admittance control, time delay, telemanipulation

Összefoglalás

Az impedancia/admittancia modell alapú irányítás napjaink egyik kulcs technológiája az ember-robot kapcsolat megvalósítása során és a korszerű robotirányítás azon területein, ahol szerepet játszik a komplex fizikai interakció. Jelen munkában a tenzor szorzat (TP) modell transzformáció alapú módszertant felhasználva előállítottuk az impedancia modell alapú robot interakció időkésés- és merevségfüggő politopikus LPV reprezentációját. Mivel az alkalmazott transzformáció felülről korlátozott időkésés tartományon végezhető el, amely korlát főként a környezeti merevség nemlineáris függvénye, az ideális transzformációs tér nem téglalap alakú, így ezen a transzformáció nem végezhető el. A probléma kiküszöbölésére dimenziótlan paraméterezés bevezetését javasoltuk, amellyel téglalap alakra hozható a vizsgált tartomány. Az eredményül kapott modellen közvetlenül alkalmazhatóak a korszerű, többcélú LMI alapú szabályozótervezési eljárások.

Kulcsszavak:

Robot interakció, LPV/qLPV modellezés, impedancia/admittancia irányítás, időkésés, telemanipuláció

1. Bevezetés

Az impedancia/admittancia modell (a továbbiakban impedancia modell) alapú irányítás kulcs szerepet foglal el a korszerű robotikai alkalmazások terén, mint például a telerobotika. A bilaterális telemanipuláció során a kommunikációs időkésés kedvezőtlenül befolyásolja az irányítás stabilitási tulajdonságait. A cikkben ennek a jelenségnek a modellezésével foglalkozunk. A problémát

részletesen vizsgálják Gil és társai [1] a haptikus alkalmazások szempontjából, amely eredmények érvényesek a bilaterális szabályozásokra is.

2. A modellezési feladat specifikációja

A cikkben egy szabadságfokú impedancia modellt vizsgálunk, de az eredmények kiterjeszthetők több dimenziós esetre is. Impedancia modell alatt a külső erők és a modell pozíciójának/sebességének dinamikai kapcsolatát értjük, amit egy tömeg-csillapítás-rugó mechanikai rendszer definiál.

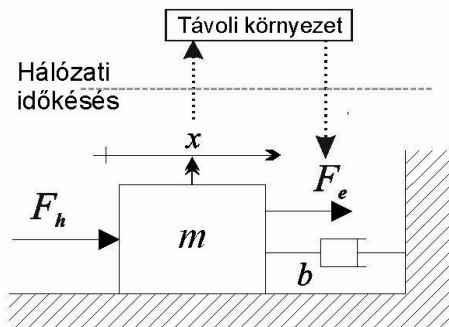
Az 1. ábrán az impedancia-szabályozott robot interakció modellje látható. Az m tömeg és a b csillapítás definiálják az impedancia modellt, mint a manipulátor elvárt dinamikáját. A bilaterális telemanipulációban, ha az impedancia modell a mester oldalon található és a szolga oldal számítógépes hálózaton keresztül csatlakozik ehhez, változó időkézés jelenik meg a mozgás előírása és a mért erő visszaküldése során is, ahogy az az ábrán látható.

A bilaterális irányítás változó időkézését ($\tau(t)$) és a változó környezeti merevséget ($k(t)$) is figyelembe véve a rendszer mozgásegyenlete:

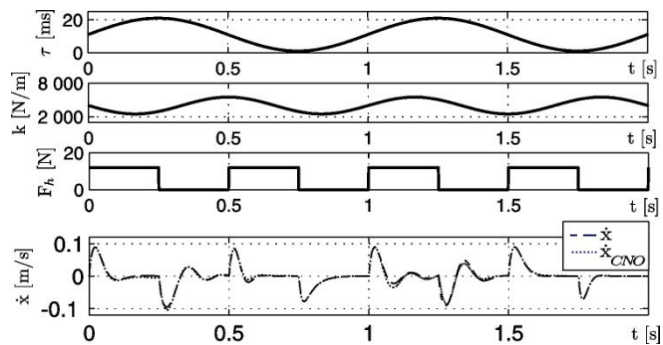
$$\ddot{x}(t) = \frac{F_h(t) + F_e(t)}{m} - \frac{b}{m} \dot{x}(t), \quad (1)$$

$$dF_e(t) = -k(t)dx(t - \tau(t)).$$

A feladathoz [2] cikkben mutattunk be olyan konvex TP típusú politopikus modellt, amelyben a változó időkézést tekintettük paraméternek, de a környezeti merevséget konstansnak feltételeztük. Jelen munkánk célja a modell érvényességének kiterjesztése változó környezeti merevség esetére. A módszer matematikai hátterét [3,4] mutatja be részletesen.



1. ábra. A vizsgált időkézéses rendszer



2. ábra. A kapott CNO leírás validálása

3. A HOSVD alapú, kanonikus TP alak előállítás

A modellezés első lépéseként a TP modell transzformáció módosított változatát használtuk [4], a rendszer ún. HOSVD alapú, kanonikus TP alakjának előállításához. Az [2]-ben bemutatott eljárás kiterjesztése során nehézséget okoz, hogy a kritikus időkézés (τ_{krit}) – amely az identifikáció alkalmazása miatt korlátozza a transzformáció elvégezhetőségét is – nemlineárisan függ a merevség

értékétől: $\tau_{krit} = c \frac{b}{k}$ [1,6], ezért a stabilitási határhoz nem illeszthető jól téglalap alakú ($\Omega = [k_{min}, k_{max}] \times [\tau_{min}, \tau_{max}]$) transzformációs tér. A transzformáció csak téglalap alakú transzformációs téren hajtható végre, a probléma áthidalására új paraméterként a dimenzióatlan időskésés $\mathcal{G} = \tau/\tau_{krit}$ bevezetését javasoljuk.

A dimenzióatlan paraméterezést felhasználva a következő kétdimenziós TP modell állítható elő a módosított TP modell transzformáció első és második lépésének felhasználásával:

$$\mathbf{S}(\mathbf{p}) = \mathfrak{S} \boxtimes_{n=1}^2 \mathbf{w}_n(p_n) = \mathbf{S}(k, \mathcal{G}) = \sum_{i_k=1}^{R_k} \sum_{i_g=1}^{R_g} w_{k,i_k}(k) w_{\mathcal{G},i_g}(\mathcal{G}) \mathbf{S}_{i_k,i_g}, \quad (2)$$

ahol $\mathbf{S}(k, \mathcal{G})$ a rendszermatrixokat tartalmazó hipermatrix, a megadott k, \mathcal{G} paraméterek esetén.

Jelen cikkben bemutatott numerikus példa paraméterei: $m = 1 \text{ kg}$, $b = 120 \text{ Ns/m}$, $\mathcal{G} = [0..0.65]$ és $k = [1000..8000] \text{ N/m}$. A $k - \mathcal{G}$ síkon kijelölt diszkrétizációs háló 137x97 pontot tartalmaz.

A módosított TP modell transzformáció első lépésében minden pontban előállítottuk a rendszer közelítő LTI leírását, és ezeket \mathbf{S}^D tenzorba rendeztük. Elvégezve ezen a magasabb rendű SVD (HOSVD) eljárást a nem-zérus szinguláris értékek száma (azaz a rang) 137 és 97. A tenzor csak matematikai értelemben maximális rangú, a szinguláris értékek között több nagyságrend különbségeket találunk. A kisebb szinguláris értékek elhagyásával lehetőségünk van a modell komplexitásának csökkentésére, amely az eredeti modell jó közelítése L_2 értelemben.

4. A szabályozástervezéshez alkalmas konvex TP alak előállítása

Az LMI megoldó algoritmuskok érzékenyek a politopikus LPV/qLPV reprezentáció konvex burkának alakjára. Az előző fejezetben bemutatott kanonikus alakhoz különböző típusú konvex burkokat generálhatunk a TP modell transzformációhoz tartozó burok manipulációs eljárásokkal [7]. A rövideg kedvéért itt csak egy CNO típusú konvex burok [5] felhasználásával nyert eredményt mutatunk be, amelyet kanonikus alak 3-3 legnagyobb szinguláris értékének meghagyásával kaptunk.

5. A kapott modell validálása

A kapott konvex TP típusú politopikus modellt szisztematikusan ellenőriztük a vizsgált paramétertéren állandó és változó paraméterek esetén is. Itt – terjedelmi okok miatt – csak a változó időskésés és környezeti merevség esetéhez készített numerikus szimuláció eredményét mutatjuk be. A 2. ábrán mutatjuk be a vizsgálat eredményét, amely során a kapott CNO típusú konvex TP modell és az eredeti időskéséses rendszer viselkedését hasonlítottuk össze változó k, \mathcal{G} paraméterek esetén. A CNO modell sebességválasza láthatóan nagyon hasonló az eredeti időskéséses rendszeréhez, így ez a csökkentett komplexitású leírás jól alkalmazható a szabályozótervezés során.

6. Összefoglaló

A cikkben az időkésést tartalmazó, impedancia modell alapú robot interakció TP típusú konvex politopikus modelljénél előállítását mutattuk be, ahol a modell paramétereit az időkésés és környezeti merevség. A kapott modellen közvetlenül alkalmazhatóak a korszerű, többcélú, LMI alapú szabályozótervezési módszerek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség támogatta (ERC-HU-09-1-2009-0004 MTASZTAK) (OMFB-01677/2009) és az "Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" című TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009 projekt.

Irodalom

- [1] J. J. Gil, E. Sanchez, T. Hulin, C. Preusche, és G. Hirzinger: *Stability boundary for haptic rendering: Influence of daamping and delay*, Journal of Computing and Information Science in Engineering, vol 9, no. 1, pp. 011 005-8, Mar. 2009.
- [2] P. Galambos és P. Baranyi: *Representing the model of impedance controlled robot interaction with feedback delay in polytopic LPV form: TP model based approach*, Acta Polytechnica Hungarica, vol. 10, no. 1, pp. 139–157, 2013.
- [3] P. Baranyi: *TP model transformation as a way to LMI based controller design*, IEEE Transaction on Industrial Electronics, vol 51., no 2., pp. 387-400, April 2004.
- [4] Galambos P.: *Időkéséses rendszerek qLPV modellezése*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII, Kolozsvár, 2012, 135-138 oldal.
- [5] P. Baranyi: *Convex hull generation methods for polytopic representations of LPV models*, Applied Machine Intelligence and Informatics, 2009. SAMI, 7th International Symposium on pp.69-74.
- [6] P. Galambos: *Stability boundary of impedance controlled robots: effect of stiffness, damping, friction and delay*, Proceedings of the 15th WSEAS International Conference on Systems, 2011, pp. 247-252.
- [7] TP tool for matlab. [Online]. (<http://tptool.sztaki.hu>)

Kuti József¹ – MSC hallgató, **Galambos Péter**² – doktorjelölt, **Baranyi Péter**³ – az MTA doktora

^{1,2} Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar, Gyártástudomány és -technológia Tanszék

1111. Budapest, Egry József u. 1.

^{2,3} Munkahely: MTA SZTAKI, 3D Internet-alapú Kontroll és Kommunikációs Laboratórium (3DICC)

1111. Budapest, Kende u. 13-17.

¹ E-mail: kutij6@gmail.com

¹ Telefon: 06-20-936-6965



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

VISZKOELASZTIKUS VIZSGÁLAT MODELLEZÉSE

LENDVAI László, GONDA Viktor

Abstract

The paper deals with the analysis of viscoelastic testing of thermosetting resins using the finite element method (FEM). To conduct virtual experiments, we built a model for the dynamic mechanical analysis (DMA) method by using MSC MARC code. We describe one possible application of this model. We examined the effects of the preloading time on the complex modulus and the phase for low-medium frequency range.

Key words:

viscoelasticity, FEM, MSC.MARC Mentat, DMA

Összefoglalás

A cikk viszkoelasztikus tulajdonságokkal bíró polimer mechanikai vizsgálatának végeleemes modellezéséről szól. Virtuális kísérleteink során a dinamikus mechanikai tesztet vizsgáltuk az MSC MARC szoftver segítségével. A cikkben bemutatjuk a modell lehetséges alkalmazásainak egyikét. Meghatározzuk a komplex rugalmassági modulus és a fáziseltolás függését az előterhelési időtől és a frekvenciától.

Kulcsszavak:

viszkoelasztikus viselkedés, végeleemes módszer, MSC.MARC Mentat, DMA

1. Bevezetés

Viszkoelasztikus anyagokon végzett DMA mérések során a feszültséget jellemzően csak attól a ponttól vizsgálják, ahol a kezdeti, tranziens jelenségek már lecsengtek, ilyenkor áll be ugyanis az ún. állandósult állapot. Amennyiben ettől eltérően járunk el, az jelentős mértékben meghamisíthatja a mérési eredményeket. Szimulációnk során azt elemeztük, hogy az adott jelenségből kifolyólag bizonyos vizsgált paraméterek milyen mértékben változhatnak.

2. A viszkoelaszticitásról általánosságban

A viszkoelasztikus anyagok dinamikus jellemzőinek vizsgálatakor a próbatestben ébredő feszültséget mérjük szinuszosan lüktető nyúlásgerjesztés esetén, feszültséggerjesztés esetén pedig a nyúlást vizsgáljuk szinuszos feszültségterhelés során. A vizsgálat állandósult állapotának elérése után megfigyelhető, hogy a fellépő feszültség szintén szinuszos jellegű, melynek körfrekvenciája azonos a gerjesztésével, ám ahhoz képest δ fáziseltolásban van [1,2]. Akár nyúlás-, akár feszültséggerjesztésű gépről beszélünk, minden esetben a nyúlás lesz az a jellemző, amely a feszültséghez képest fázisban késni fog [2].

Nyúlásgerjesztés esetén a nyúlás-idő függvény az alábbi formában adható meg:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_1 + \varepsilon_0 \cdot \sin(\omega t) \quad (1)$$

ahol ε_0 jelöli a szinuszosan lüktető nyúlás amplitúdóját, ε_1 annak középvértékét, ω a gerjesztés körfrekvenciáját, a t pedig az időt.

A gerjesztés hatására jelentkező feszültség-idő függvény a következő alakban írható fel:

$$\sigma(t) = \sigma_1 + \sigma_0 \cdot \sin(\omega t + \delta) \quad (2)$$

mely egyenletben a δ jelenti a nyúlás és a feszültség közti fáziseltolást.

A modellezéssel előállított kísérleti eredmények kiértékelése során a 2. összefüggés ismeretlen elemeinek meghatározására szinuszos illesztést alkalmaztunk. A $\sigma(t)$ a modellezéssel generált adathalmaz, σ_1 , σ_0 és δ pedig ismeretlen tagok.

A feszültség időfüggvényét Fourier-sorának első két elemét meghatározhatjuk:

$$\sigma_1 = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt, \quad \sigma_0' = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cdot \sin(\omega t) dt, \quad \sigma_0'' = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cdot \cos(\omega t) dt \quad (3-5)$$

Majd a feszültség amplitúdóját a következő összefüggés segítségével írhatjuk fel:

$$|\sigma_0| = \sqrt{(\sigma_0')^2 + (\sigma_0'')^2} \quad (6)$$

Ezek alapján a fáziseltolás:

$$\delta = \arctan \frac{\sigma_0''}{\sigma_0'} \quad (7)$$

Ezek ismeretében meghatározható az anyag komplex rugalmassági modulusa, mely a tárolási és a veszteségi modulus összegeként írható fel:

$$E = E' + iE'' \quad (8)$$

ahol az E' a tárolási, az E'' pedig a veszteségi modulus:

$$E' = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \cos \delta, \quad E'' = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} \sin \delta \quad (9-10)$$

3. Vizsgálati módszer és eredmények

Szimulációs vizsgálataink elvégzéséhez az MSC MARC végelelemes szoftverben hengeres próbatestet hoztunk létre. Az általunk megalkotott virtuális próbatest magasságát 8 mm-nek, átmérőjét 20 mm-nek vettük fel. A szerszámot merevnek feltételeztük. A próbatest és a szerszám lap közti súrlódási együttható értéke $\mu=0,2$ volt.

Lineáris viszkoelasztikus anyagmodellt használtunk. Az anyagtulajdonságok beállításához egy az M.S. Kiasat munkásságai [3] során felvett Prony-sor adatait vettük alapul. Az említett kutató telítetlen poliésztergyantán végzett mérések alapján felvett relaxációs görbét közelítette a 11. összefüggésben megadott alakú Prony-sorral:

$$E(t) = \sum_{n=1}^N E_n \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right) \quad (11)$$

ahol N az elemek száma, τ_n a relaxációs idő, E_n a modulus spektrum n-edik elemének intenzitása.

Az 5 tagú Prony-sor elemeit az 1. táblázat tartalmazza.

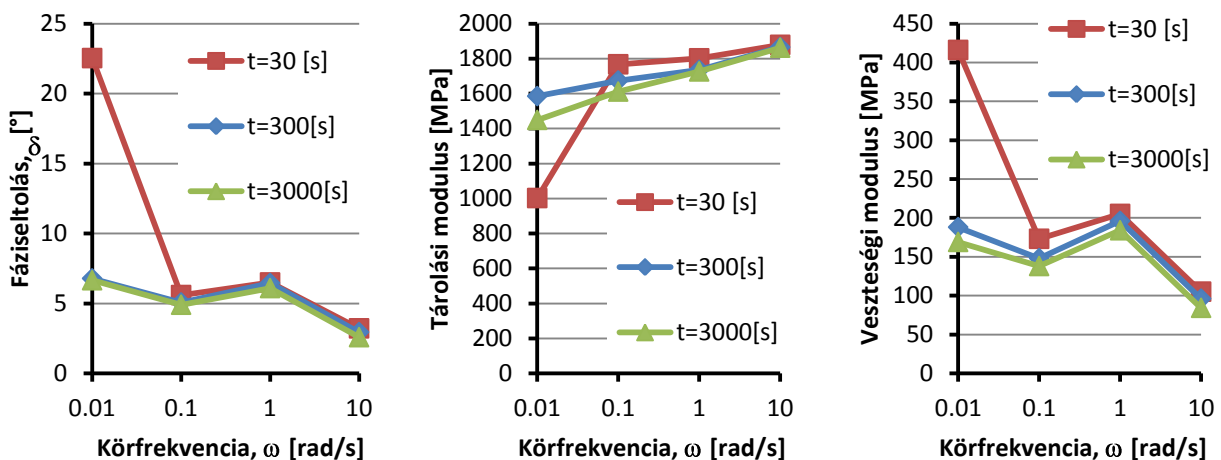
1. táblázat. A megfelelően illesztett ötelemű Prony-sor tagjai[3]

Tag	1	2	3	4	5
E [MPa]	188,7	184,7	217,7	229,7	1405,1
τ [s]	0,889	39,6	1030	27600	∞

Vizsgálataink során egy nyúlásgerjesztésű DMA berendezés működését szimulálva 3 különböző előterhelési idő (30, 300 és 3000 sec) esetében elemeztük, hogyan alakul a fáziseltolódás, a tárolási és a veszteségi modulus különböző frekvenciák mellett gerjesztve a próbatestünket.

2. táblázat. A vizsgálat során beállított paraméterek és a kapott értékek

Körfrek.	Fáziseltolás, δ [°]			Tárolási modulus [MPa]			Veszteségi modulus [MPa]			
	ω [rad/s]	t=30[s]	t=300[s]	t=3000[s]	t=30[s]	t=300[s]	t=3000[s]	t=30[s]	t=300[s]	t=3000[s]
0,01		22,53	6,78	6,65	1002	1585	1449	416	188	169
0,1		5,59	5,06	4,9	1767	1674	1611	173	148	138
1		6,49	6,45	6,09	1801	1735	1726	205	196	184
10		3,21	2,94	2,58	1878	1865	1862	105	96	84



1. ábra. A fáziseltolás, a tárolási és a veszteségi modulus alakulása a körfrekvencia függvényében különböző terhelési idők mellett

Mint az 1. ábrán is látható a 300, illetve a 3000 sec-hez tartozó eredmények gyakorlatilag minden esetben ugyanazt az értéket veszik fel. A 30 sec-ig tartó szimuláció esetében is elsősorban csak alacsonyabb frekvenciákon figyelhető meg jelentősebb eltérés az előző két terhelési időhöz képest. Eszerint attól tehetjük függővé a terhelés idejének hosszát, hogy milyen szigorúak az elvárásaink az eredmények pontosságát illetően. Mindazonáltal néhány perc eltelte után már csak abban az esetben érdemes folytatni a dinamikus gerjesztést, ha különösen pontos eredményeket várunk a méréstől.

4. Összefoglalás

Viszkoelasztikus anyagok dinamikus mechanikai vizsgálatára alkalmas modellt hoztunk létre. Számos felhasználási lehetőségei közül egyet kiemelve a viszkoelasztikus tulajdonságokkal bíró polimer-anyagok DMA vizsgálata során jelentkező kezdeti tranziens effektusokat elemeztük. Az állandósultnak tekinthető állapot eléréséhez szükséges idő frekvenciánként lényegesen eltérő lehet. Megállapítottuk, hogy néhány perc eltelte után a manapság alkalmazott mérőberendezésekre jellemző minimális gerjesztési frekvencia esetén is elhanyagolhatóvá válik az elemzett paraméterek hibája.

A modell továbbá alkalmas egyéb vizsgálatok elvégzésére. Lehetőséget biztosít a hőmérséklet, a próbatest geometriája, valamint a szerszám és a próbatest közti súrlódási együttható megváltoztatására is, valamint annak elemzésére, hogy ezeknek milyen hatásai lehetnek.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Bodor Géza - Vas László M.: *Polimer anyagszerkezettan*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005
- [2] David Roylance: *Engineering Viscoelasticity*, Department of Material Science and Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, 2001
- [3] Mehdi S. Kiasat: *Curing shrinkage and residual stresses in viscoelastic thermosetting resins and composites*, Doktori disszertáció, Delfti Műszaki Egyetem, Hollandia, 2000

Lendvai László, BSc

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát
Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Cím: 1081, Magyarország, Budapest,
Népszínház utca 8.
E-mail: lendvai.laszlo@bgk.uni-obuda.

Gonda Viktor, egyetemi docens, PhD

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát
Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Cím: 1081, Magyarország, Budapest,
Népszínház utca 8.
E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ELHUNYTBÓL ELTÁVOLÍTOTT SZTENT VIZSGÁLATI METODIKÁJA

LENGYEL Ákos, KERTÉSZ Anna, BOGNÁR Eszter,
MICSIK Tamás, DÉVÉNYI László

Abstract

Thanks to the development of modern medicine, several tools and methods are available for physicians to be applied for risk reduction and maintenance of blood flow in patients with cardiovascular diseases, which in turn can prolong our lives. Over the past 30 years, the usage of the so-called stents became a routine in interventional cardiology to reduce the mortality and morbidity in acute myocardial infarction and in ischemic heart disease.

The stent is a tubular mesh shaped implant made of biocompatible material. The stent is implanted into the narrowed section of the artery (stenosis) to restore the original diameter of the vessel and thus to maintain blood flow. As stenting is the gold standard method for unstable angina and the incidence of cardiovascular diseases is very high, more and more people undergo stent implantation. Therefore the reliability and lifetime of stents have become a matter of life and death.

In our research investigation of stents explanted from corpses was prepared and planned. High resolution images of a section of the stented coronary are going to be taken with X-ray. The relationship between the plaque and the stent; the deformation of the stent geometry compared to its theoretical shape due to the plaque and the effect of the stent position; its distortion on the loads and mechanical properties of the stent can be examined this way. The method of the planned investigation is described in this article.

Key words: Stent, X-ray imaging, stent-plaque interaction

Összefoglalás

Napjainkban a modern gyógyászat fejlődésének köszönhetően olyan eszközök és módszerek állnak az orvosok rendelkezésére, amelyek sikeres alkalmazása akár több évtizeddel is meghosszabbíthatja életünket. Az elmúlt 30 évben a folyamatosan emelkedő tendenciát mutató szív- és érrendszeri megbetegedés kezelésében az úgynevezett sztentek alkalmazása bevált gyakorlattá vált. A sztent egy olyan biokompatibilis anyagból készült hálós cső, amelyet „összenyomott” állapotban egy katéter segítségével helyeznek be az érszűkület helyére, majd ott azt egy nagy nyomású ballonnal kitérítve rekanalizálják a szűkült érszakaszt és ezáltal biztosítják a vér (zavartalan) keringését. A sztentek feltalálásuk óta hatalmas fejlődésen mentek keresztül, ennek köszönhetően napjainkra alkalmazásuk rutinszerűvé vált a kardiológiában. Egyre több ember esik át sztent-műtéten, így a sztentek megbízhatósága és élettartama kulcsfontosságúvá vált. Koszorúersztentek esetében több olyan publikáció jelent meg az elmúlt 5 évben, amely jóval a beültetés után bekövetkező sztenttörésről számol be. A sztenttörések komoly problémát jelentenek, hiszen a törés során keletkező éles töretfelület könnyen megsértheti az érfalat. Egyes források szerint bizonyos típusú hatóanyag-kibocsátó sztentek alkalmazása során az esetek 29%-ban következik be sztenttörtés [1,2]. Ez a nagy törési arány teszi indokolttá a jelenség komolyabb vizsgálatát.

Kutatásunk során elhunytakból explantált, sztentet tartalmazó koszorúerszakaszok nagyfelbontású röntgenvizsgálatát tervezzük elvégezni. Ennek a roncsolásmentes vizsgálati módszernek az alkalmazása lehetővé teszi, hogy képet kapjunk a sztent érszakaszon belüli pozíciójáról, a sztent és az érlemezésedés során kialakuló plakk kölcsönhatásáról. Ezek alapján következtethetünk a sztent pozíciójának szerepére a sztent használat során végbemenő károsodásában. Ez a rendkívül felelősségteljes vizsgálat előkészületeket igényel, így első feladatunk a vizsgálat metodikájának kidolgozása.

Kulcsszavak: Szent, Röntgensugaras anyagvizsgálat, Szent-plakk kölcsönhatás

1. Bevezetés

Napjainkra egyes szív- és érrendszeri megbetegedések kezelésére rutinszerű eljárássá vált az úgynevezett sztentek beültetése. A sztent implantáción átesett betegek számának növekedésével egyre több ember élete függ a sztentek megfelelő minőségétől. Rendkívül fontos kérdéssé vált a sztentek élettartama, hiszen ezeknek az implantátumoknak adott esetben évtizedekig el kell látniuk funkciójukat. Az élő szervezetbe ültetett sztenteknek ehhez megfelelő biokompatibilitással kell rendelkezniük, emellett kémiai és rendkívül összetett mechanikai igénybevételeknek is ellen kell állniuk. Koszorúérsztentek esetén in vivo körülmények között a szívizom és az érfal összehúzódásából adódóan igen jelentős nagyciklusú fárasztó igénybevétel lép fel, amelynek ciklusszáma hetvenkettő percenkénti szívizom összehúzódással számolva megközelítőleg 38 millió ciklus évente. Ez a rendkívül nagy ciklusszám esetenként a sztent károsodásához illetve töréséhez vezethet, amelynek bekövetkezését az igen korrozív közeg még inkább meggyorsítja. Az elmúlt 5 évben több olyan publikáció jelent meg, amely jóval a sztentbeültetés után bekövetkező sztenttörésről számol be [1,2,3]. Nakazawa és kutatócsoportja patológiai elemzést készített bizonyos típusú hatóanyag kibocsátó sztenteket vizsgálva, amelynek eredményeként a vizsgált sztentek 29 százalékán figyeltek meg sztenttörést, valamint megállapították, hogy az ér elmeszesedtségének mértéke (a plakk nagysága) hatással van a törések kialakulására [1]. A sztenttörések adott esetben klinikai komplikációkat okoznak, hiszen a létrejövő töretfelület rongálhatja, megsértheti az érfalat, emellett fennáll a trombózis kialakulásának kockázata is. A sztentek élettartamának becslése azonban nehéz feladat, hiszen a probléma rendkívül összetett, így a különböző in vitro fárasztóvizsgálatok és végeselemes modellek elhanyagolásaik miatt pontatlanok.

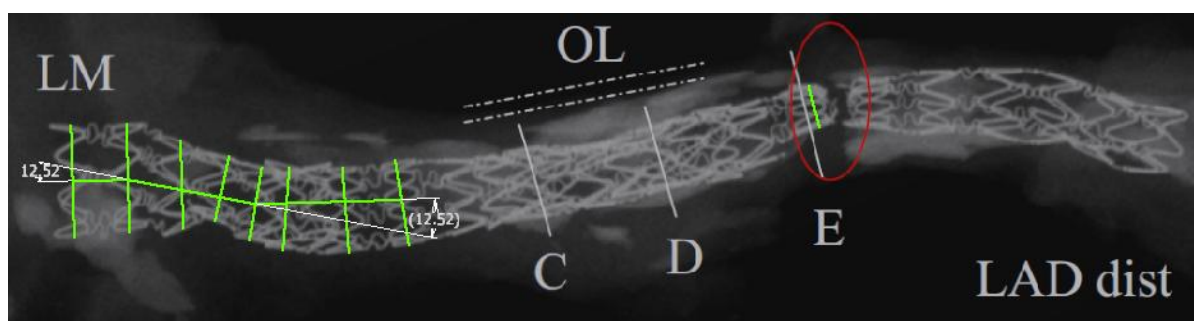
2. Elhunytból explantált sztent vizsgálata röntgensugárral

Kutatócsoportunkkal a sztentek élettartamának becslését az anyagtudomány módszereivel, elhunytakból explantált sztentek vizsgálata útján közelítjük meg, így valós adatokat nyerhetünk a sztent károsodásáról.

Kutatásunk során elhunytak koszorúéréből érszakasszal együtt explantált sztenteket tervezünk megvizsgálni röntgensugár segítségével. A vizsgálat során a sztentről különböző nagyításban felvételeket készítenénk abban a pozícióban, amelyben a sztent és a plakk kölcsönhatása, valamint a sztent pozíciója az érszakaszban a legjobban megfigyelhető. Nakazawa és munkatársai az egész, implantátumot tartalmazó szívről készített röntgenfelvételeket, amelyeken látható, hogy a sztent gyűrűinek átmérője a sztent hossza mentén sok esetben eltérő [1]. Ennek oka, hogy a plakk jelenlétének és az érszakasz geometriájának hatására a sztent deponálása során nem egyenletes mértékben tágult fel. Ennek vizsgálata céljából méréseket kívánunk végezni.

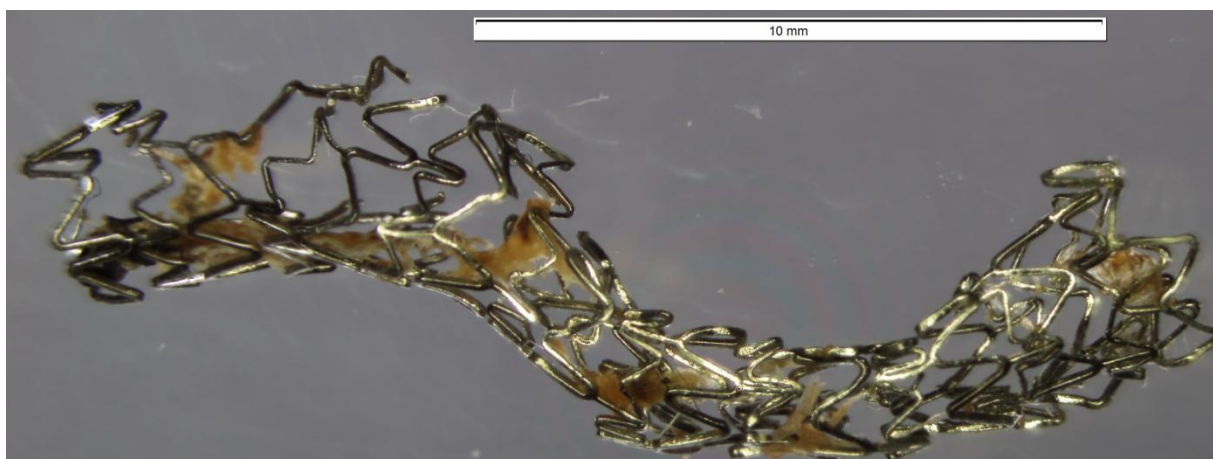
3. A sztent geometriájának vizsgálata

A sztent geometriájának vizsgálatához a röntgenfelvételek kiértékelését az Inventor Professional 2013 számítógép szoftverrel tervezzük elvégezni, amely a kép méreteinek megfelelő beállítása után alkalmas hossz és szögmérésre (1. ábra). A vizsgálat során megmérnénk az egyes gyűrűk külső átmérőjét, és a sztent feltételezett középvonalán megfigyelhető szögváltozásokat (1. ábra).



1. *ábra*: A sztent geometriájának vizsgálata elhunytból explantált sztenten, Nakazawa által végzett röntgensugaras vizsgálat [1]

Kutatásunk első lépéseként a sztentet tartalmazó érszakasz kiműtésének megfelelő módszerét dolgozzuk ki. Ez a lépés ugyanis alapvető fontosságú a vizsgálat szempontjából, hiszen ha az érintett érszakasz explantálását nem végezzük elég körültekintően, az könnyen a sztent illetve az érszakasz belső felületének deformációjához vezethet, amely eltorzíthatja a mérési eredményeket és adott esetben a sztent nagymértékű károsodásához vezethet (2. ábra). Kutatásunk későbbi szakaszában magán a sztenten tervezzük vizsgálatokat végezni az érszakasz szerves részeinek eltávolítása után, amelynek eredményére szintén hatással van az explantálás módszere.



2. *ábra*: Nem megfelelő módon explantált sztent

4. Következtetések

Az általunk feldolgozott szakirodalomban található kétdimenziós felvételek alapján megállapítottuk, hogy a sztent in vivo körülmények között kialakuló, deponálás utáni geometriájára az érszakasz geometriai jellemzői, valamint az ér belső falán elhelyezkedő plakk nagysága és pozíciója jelentős hatással van [1]. A megfigyelések a jelenség komolyabb vizsgálatát teszik indokolttá, a sztent méreteiben jelentkező inhomogenitások ugyanis egyenlőtlen alakváltozásokra engednek következtetni, amelyek a sztent átmérőjét szabálytalanná, lumenét egyenetlenné tehetik, veszélyes keresztmetszeteket hozva létre a további igénybevételekre nézve. Emellett az átmérőváltozások és irányváltozások a véráramlás lamináris jellegét is veszélyeztethetik. A 1. ábrán bemutatott felvételen a sztent hossza mentén a legnagyobb és legkisebb külső átmérővel rendelkező gyűrű között a külső átmérő nagyságának relatív 40%-os eltérése mérhető, amely a vizsgált sztent esetén törést eredményezett [1]. A jelenséget a mérések alapján felállított végeselemes modellel kívánjuk elemezni a későbbiekben.

Irodalom

- [1] Gaku Nakazawa, MD et.al.: *Incidence and Predictors of Drug-Eluting Stent Fracture in Human Coronary Artery, A Pathologic Analysis*, Journal of the American College of Cardiology Vol. 54, No. 21, 2009
- [2] Pil-Ki Min, Young-Won Yoon, Hyuck Moon Kwon.: *Delayed strut fracture of sirolimus-eluting stent: A significant problem or an occasional observation?*, International Journal of Cardiology 106 (2006) 404– 406
- [3] T. Watanabe et al.: *Fracture of a paclitaxol-eluting stent implanted for in-stent restenosis at the site of sirolimus-eluting stent fracture*. International Journal of Cardiology 2010;140:e12–e13

Lengyel Ákos, Msc-hallgató

Kertész Anna, Phd- hallgató

Bognár Eszter, egyetemi adjunktus

Dévényi László, egyetemi docens

Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar,

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: H-1111 Magyarország, Budapest,

Bertalan Lajos utca 7.

Telefon / Fax: +36 (1) 463-1934

E-mail: akos@eik.bme.hu, anna.kertesz@gmail.com,

eszter@eik.bme.hu, devenyi@eik.bme.hu

Micsik Tamás, patológus

Munkahely: Semmelweis Egyetem,

I. sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató

Intézet

Cím: H-1085 Magyarország,

Budapest, Üllői út 26.

Telefon / Fax: +36 (1) 317-1074

E-mail: micsikt@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSŐ-RÚD KÖTÉSEK KÉSZÍTÉSE ELEKTROMÁGNESES ALAKÍTÁSSAL

LŐRINCZ Katalin, PORKOLÁB Péter, RÁCZ Pál

Abstract

To produce light weight metal structures is an important and increasing need. Automotive industry, production of car chassis and space-frame structures based on new concepts requires novel technologies to apply for joining dissimilar materials. Electrodynamics, especially electromagnetic forming is one among the suitable methods. In this article experimental investigation of tubular joints made by electromagnetic forming is presented. A new type of tubular joints has being introduced withstanding tension and torsion loading. Axial and radial grooves are applied in these joints having resistance against tensile and tension loads. It has been proved by experimental investigations and tests of joints that they are suitable for those purposes.

Key words:

axial-torque resistant joints, electromagnetic forming, forming without mechanical and hydraulic connection.

Összefoglalás

Napjainkban a kis tömegű fémszerkezetek gyártása egy fontos és növekvő igény. Az autóipar, autókarosszéria és térbeli fémszerkezetek gyártása új elgondolásokon alapulnak, ami szükségessé teszi új technológiák alkalmazását különböző anyagminőségű fémek kötéséhez. Az elektrodinamikus, különösen az elektromágneses alakítás egyike az alkalmazható eljárásoknak. A cikk elektromágneses alakítással létrehozott csőkötések kísérleti vizsgálatát ismerteti. Egy új, húzásnak és csavarásnak ellenálló csőkötetést mutat be. A kötések tengely- és sugárirányú hornyok alkalmazásával állnak ellent a húzó és csavaró igénybevételnek. A kísérletek igazolták, hogy a kötések megfelelnek erre a célra.

Kulcsszavak:

húzásnak és csavarásnak ellenálló kötés, elektromágneses alakítás, mechanikus és hidraulikus kapcsolat nélküli képlékenyalakítás.

1. Az elektromágneses alakításról röviden

Az elektromágneses alakítás képlékeny hidegalakító eljárás, a nagy energiasebességű technológiának jó villamos vezetőképességű és alacsony folyáshatárú lemez- vagy csőszerű munkadarabokra kidolgozott változata, mely az elektrodinamikus alakító eljárások csoportjába tartozik. A nagyenergiájú alakító eljárások közös jellemzője a hagyományos alakító eljárásokhoz képest, hogy a munkadarab nagy alakváltozási sebességét ($>10^2 \text{ s}^{-1}$) koncentrált, impulzusszerű energia felszabadítással hozzák létre. A nagyenergiájú alakító eljárásokat akkor alkalmazzák, ha nem gazdaságos hagyományos sajtológépeken végezni az alakítást a munkadarab anyaga, mérete, a gyártandó kis darabszám (felszerszámozási költség) következtében [1], [2].

Elektromágneses alakítással mechanikus és hidraulikus kapcsolat nélkül nagy energiasűrűségű elektromágneses impulzussal alakítanak. Az elektromágneses alakító berendezés két fő részből:

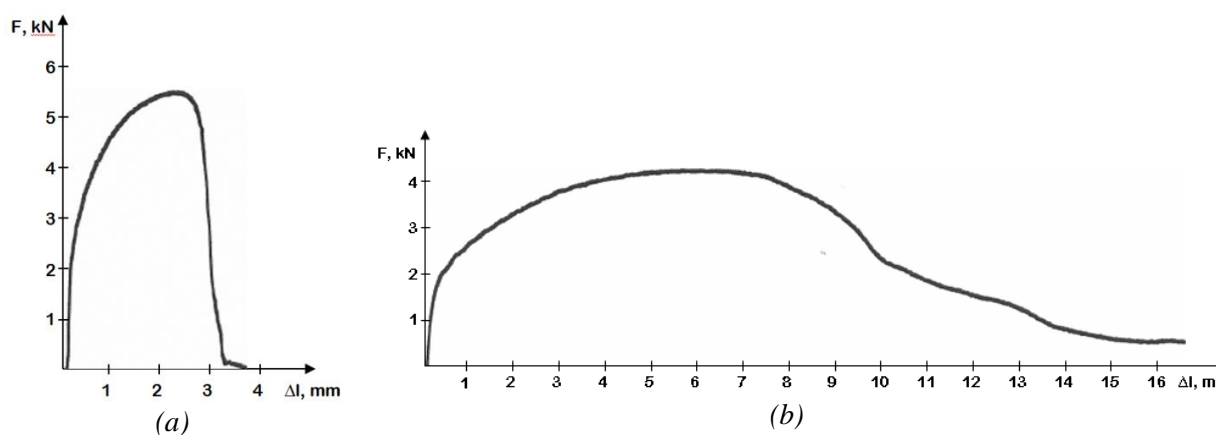
nagyáramú impulzusgenerátorból és alakító szerszámból áll. Az elektromágneses alakításhoz szükséges energiát a kondenzátortelep feltöltéséből nyerik; a töltőfeszültség tartománya 3-15 kV.

A kondenzátor kisülésének eredményeként időben csillapodó, szinusz alakú áram jön létre, aminek frekvenciája kb. 10 kHz, első csúcserkének nagyságrendje 10^5 A. Az alakító tekercsben folyó áram a munkadarabban ellenkező irányú áramot hoz létre (Lenz-törvény). Az áramok taszító kölcsönhatása eredményeként közöttük nagy erő ébred (Lorenz erő). A mágneses nyomás értéke eléri a munkadarab anyagára jellemző folyáshatárt, a munkadarabot alakváltozásra kényszeríti, amely megfelelő sebességre felgyorsulva (50-300 m/s) felütközik az ellendarabra [3], [4].

2. Alumínium cső-mag közötti kötések létrehozása elektromágneses alakítással

Két sorozat próbatestet készítettünk alumínium magokkal, amelyek anyagminősége: EN AW 2007 T351, a lágyított alumínium csövek anyagminősége: EN AW 3103 H111. Az első mérési sorozatnál az alumínium cső falvastagsága 1,5 mm volt. Az alakítási szempontból meghatározó térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rész mérete 1,05 mm-re adódott, 45 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformálót használtunk, a töltési energiát 10 kJ-ra állítottuk be, amely 5,3 kV töltőfeszültséget igényelt.

A második mérési sorozatnál az alumínium cső falvastagsága 1 mm volt. Az alakítási szempontból meghatározó térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rész mérete 1,55 mm-re adódott. Új, 60 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformálót használtunk, a töltési energiát 12 kJ-ra állítottuk be, amely 5,8 kV töltőfeszültséget igényelt. Az új, hosszabb belső aktív felülettel rendelkező térformálónak köszönhetően egyetlen lövéssel hoztuk létre az alakzáró kötéseket. Az alumínium cső-mag kötések szakítóvizsgálatait TT100 golyósorsós szakítógépen végeztük 8 mm/min szakítósebességgel.



1. ábra. Kettő (a) és egy beszúrással (b) rendelkező kötés szakítódiagramja

Az első mérési sorozat kötéseinek csavaróvizsgálatát BETA 599DGT/10X digitális kijelzőjű nyomatékkulccsal végeztük, saját tervezésű, csak csavaró igénybevételt megvalósító csavarókészülék segítségével. A csavarókészülékben átmenő csavarokkal rögzítettük a próbatestet elfordulás ellen. A

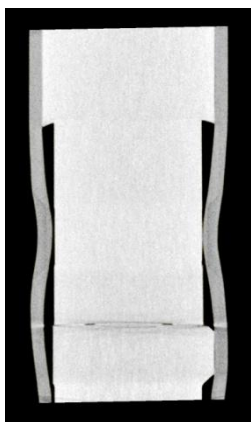
csavarókészüléket satuba fogtuk, a nyomatókkulcson 100 Nm maximális nyomatókot állítottunk be csúcsérték-kijelző üzemmódban, így a szakadásnál, elfordulásnál fellépő legnagyobb nyomatókot a vizsgálat végén leolvashattuk.

3. Elektromágneses alakítással létrehozott cső-mag kötések vizsgálata és kiértékelése

A röntgen tomográf felvételei alapján kijelenthető, túl kicsi alakító energiát alkalmaztunk, az alakváltozás mértéke nem a legmegfelelőbb. A cső belső felülete egyetlen esetben sem érte el a beszúrás és/vagy a horony fenekét (2.a ábra), ami kiemelten fontos a kötés erőssége szempontjából.

A szakítóvizsgálat eredményei ezt alátámasztják, hiszen csak a két beszúrásos kötések szakadtak el, a többi szétcsúszott. Az alumínium cső-mag kötések szakítóvizsgálata során kiderült, az első sorozat nagyobb falvastagságú csővel bíró kötése a második sorozat vékonyabb falvastagságú csővel bíró kötéseivel képest nagyobb egytengelyű húzó igénybevételnek állnak ellent, de szétcsúszásra érzékenyebbek. Ez utóbbinak valószínűsíthető oka a kisebb alakváltozás: a cső belső felülete egyetlen esetben sem érte el a beszúrás és/vagy a horony fenekét.

Az axiális hornyok egytengelyű húzó igénybevétellel szemben kismértékben erősítették – néhány esetben nem befolyásolták – a kötés erősségét. Tehát az axiális hornyokkal megnövelt felületen létrejövő súrlódás nem ad számottevő erőt a kötésnek egytengelyű húzó igénybevétellel szemben, de nem is rontja annak tulajdonságait.



(a)



(b)

2. ábra. Röntgen tomográf felvétel (a), csavaró vizsgálatnak alávetett kötések (b)

A kötések csavaró igénybevétellel szembeni teherbírása nem mutatott jelentős szórást. A cső falvastagsága közel sem olyan mértékben befolyásolta a kötés erősségét csavaró igénybevétellel szemben, mint egytengelyű húzó igénybevétellel szemben. A csavaró igénybevétellel szembeni ellenállásnál az axiális hornyok mellett fontos szerepet játszanak a beszúrások is. Minél több beszúrás volt a magokon, a csavarással szemben annál ellenállóbb kötéseket kaptunk. Így legnagyobb csavarónyomatókot a két beszúrásos, axiális hornyokkal ellátott kötések eredményezték.

A kötések többsége elnyíródás helyett szétcsavarodott, de ezt megelőzően a csövek jelentős - gyakorlatban már nem megengedett – képlékeny alakváltozást szenvedtek (2.b ábra). Mivel használható kötések sikerült létrehozni, kijelenthetjük, az eredményeink kedvezőek. Ennek ellenére további munkánk során nagyobb alakítási energiát kell alkalmazni, hogy a beszúrások, hornyok fenekét a cső belső felületével elérve a kötések legnagyobb ellenállását vizsgálhassuk.

4. Következtetések

Az elektromágneses alakítással készített újszerű, csavarással szemben is ellenálló kötést fejlesztettünk ki, vizsgáltuk a kötések geometriai jellemzőit, szakítóerővel és csavaró nyomatékkal szembeni teherbírásukat. Vizsgálataink bizonyították a kötések jó minőségét. A jövőben célszerű lesz az alkalmazott alakítási energia növelése, a rúdon kialakított hornyok mind teljesebb kitöltése érdekében, különösen a húzással szembeni teherbírás növelése érdekében.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a **TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások** című projekt keretében készült, amely az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Köszönettel tartozunk az S-Metalltech 98 Kft. munkatársainak: Szalay Andrásnak, Dr. Göbl Nándornak, Horváth Dánielnek, akik tapasztalataikkal segítették munkánkat.

Irodalom

- [1] Czeglédi Istvánné, Göbl Nándor: *Nagysebességű lemezalakító eljárások*. Gépgyártástechnológia, 12. (1972) 7-8. pp. 329-335.
- [2] Göbl N., Horváth D., Balogh I.: *Elektromágneses fémalakítás*. Villamos gépek, hajtások, villamosenergia-szolgáltatás, villamosipari és épületvillamossági berendezések, Műszaki Kiadványok, pp. 14-15, Budapest 2011.
- [3] V. Psyk, D. Risch, B.L. Kinsey, A.E. Tekkaya, M. Kleiner: *Electromagnetic forming-A review*. Journal of Materials Processing Technology 211 (2011) pp. 787-829, Elsevier
- [4] Rác P., Göbl N, Horváth D.: *Rúd-cső kötések készítése elektromágneses alakítással*, XIV. Képlékenyalakító Konferencia, Miskolc, 2012. 02. 16-17., Miskolci Egyetem, 2012, pp. 75-81. ISBN 978-963-661-985-5
- [5] Porkoláb P.: *Elektromágneses alakítással létrehozott kötés kialakítása és vizsgálata* (OTDK dolgozat), Budapest, ÓE-BGK, 2012.

Lőrincz Katalin főiskolai docens

E-mail: lorincz.katalin@bgk.uni-obuda.hu

Dr. Rác Pál PhD, egyetemi docens

E-mail: racz.pal@bgk.uni-obuda.hu

Porkoláb Péter BSc hallgató

E-mail: pp.porkolab@gmail.com

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081 Budapest Népszínház u. 8.

Telefon/Fax: +36-1-6665430



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

PLAZMAVÁGÓ GÉP TERVEZÉSE ÉS ELKÉSZÍTÉSE

MADARÁSZ Sándor, SZÁZVAI Attila

Abstract

Department of Manufacturing Technology of Faculty of Agriculture and Engineering of College of Nyíregyháza in 2011 set out an R&D activity to plan and fabricate a plasma cutting machine operated by CNC (working area: 1000 x 2000mm). In this article we present the machine and the technological parameters determined by preliminary researches.

Key words:

Plasma cutting machine, experiment

Összefoglalás

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Kar Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszékén (NYF- MMK- MAGT) 2011-ben K+F tevékenység indult automatizált CNC vezérelt 1000x2000mm munkaterű plazmavágó gép tervezésére és kivitelezésére egy kis méretű kézi plazmavágó gép felhasználásával. Ebben a cikkben bemutatjuk az eddig elkészült gépet, és a géptől elvárt, a tervezés során előzetesen kísérletekkel meghatározott technológiai paramétereket.

Kulcsszavak:

Plazmavágó gép, kísérlet

1. Bevezetés

Az NYF-MMK-MAGT tanszék által felkészített hallgatók 2008-ban az ISEL KFT által kiírt versenyben vettek részt, ahol a megoldandó feladat egy CNC vezérelt nyák megmunkáló tervezése és kivitelezése volt. A Nyíregyházi Főiskola csapata első helyezést ért el a leggyorsabb gép és az összetett abszolút kategóriában is. Az elért siker hatására határozták el, hogy hallgatói közreműködéssel terveznek és építenek demonstrációs céllal egy plazmavágó berendezést is, igazodva a tanszék fejlesztéseihez, ami egy a XXI. század színvonalának megfelelő hegesztéstechnológiai laboratórium kialakítása és oktatásba bevonása volt, amely fejlesztés 2011.06.21.-én átadásra is került.

2. Alapadatok

A megtervezendő gép alapját egy OrigoCut 35i jelű kézi plazmavágó gép adta. A megfogalmazott feladatok a következők voltak:

- Plazmavágó asztal tervezése, kivitelezése,
- Vezérlő rendszer fejlesztése, kivitelezése,
- Plazma elosztó fejlesztése.

Az OrigoCut 35i műszaki adatai:

- 1x230V/ 50-60Hz ,
- Közvetlen, segédív nélküli NF gyújtás,
- A levegő szükséglet 118 l/min, 5,5 bar
- Vonóvágásra alkalmazható,
- Biztosíték (lomha), 16A,
- 35% bi., 35A / 94V
- 60% bi., 27A / 91V
- 100% bi., 21A / 88V
- Vágási kapacitás
 - Fe, 10/12 mm
 - Ss, 6/8 mm
 - Al, 10/12 mm
- Áramtartomány, 15-35A
- Üresjáratú feszültség, 270V
- PT 31XL vágópisztoly

3. Technológiai paraméterek előzetes meghatározása

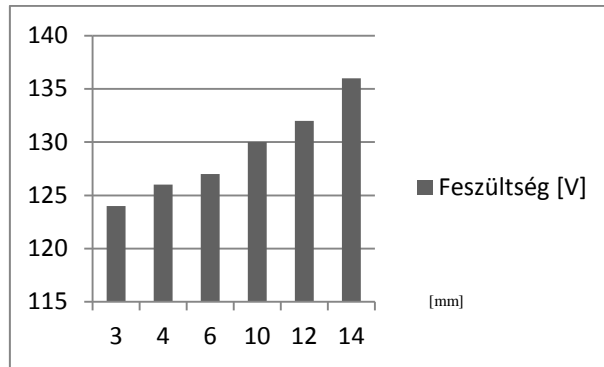
A plazmavágó géptől elvárt előzetes technológiai paramétereket a RENOMÉ-FERRO Kft-nél található CNC plazmavágógépen végzett kísérletek segítségével határoztam meg. Az itt mért adatokat használtam fel a táblázataim és diagramjaim elkészítéséhez, ill. ezen mért adatok adnak viszonyítási alapot a fejleszteni kívánt géptől elvárt paraméterekhez.

1. táblázat. Vágási paraméterek változása a lemezvastagság függvényében

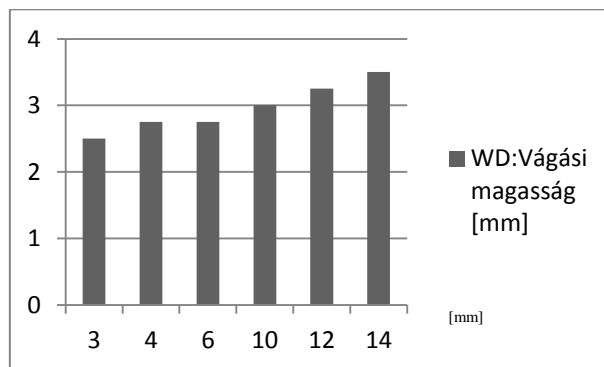
Lemez vastagság [mm]:	3	4	6	10	12	14
Gyújtó plazma gáz: levegő [m ³ /h]	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Gyújtó védőgáz: levegő [m ³ /h]	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
Vágógáz: O ₂ [m ³ /h]	5.44	5.44	5.44	5.44	5.44	5.44
Védőgáz: levegő [m ³ /h]	2.38	2.38	2.38	1.90	1.90	1.90
Feszültség [V]	124	126	127	130	132	136
WD:Vágási magasság [mm]	2.500	2.750	2.750	3.000	3.250	3.500
TS:Utazó sebesség [mm/min]	6525	5525	4025	2675	2200	2000
PH:Lyuk magasság [mm]	5.000	5.500	5.500	6.000	6.500	7.000
SN: Lyukasztási idő [s]	0.100	0.200	0.300	0.300	0.500	0.700

A kísérlet során tett megállapítások:

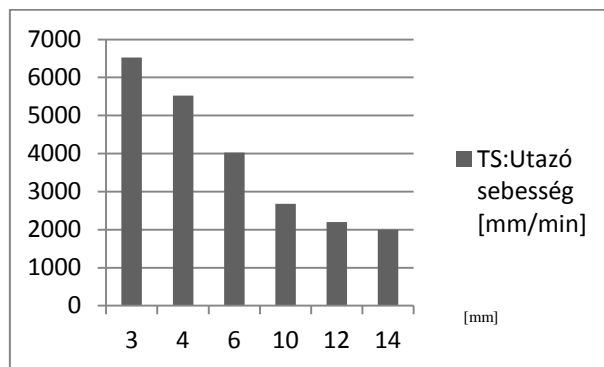
- a megadott gázok nem változhatnak, mert az összetétel változtatása gépleállást okozhat,
- a feszültség értéke egyenesen arányos a vágott lemezvastagsággal (1. ábra),
- a vágási magasság érzékeny a lemezvastagság változására (2. ábra),
- a vágási sebesség fordított arányban áll a lemezvastagsággal (3. ábra),
- lyukasztási magasság állítása esetén, a lemezvastagság növelésével nő a fej lemeztől való távolsága (4. ábra),
- lemezvastagsággal egyenes arányban nő a lyukasztási idő (5. ábra)



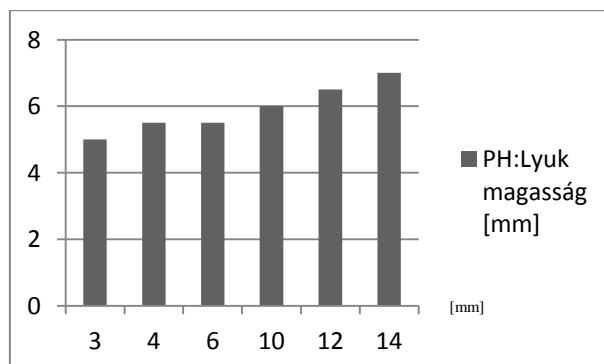
1. ábra. A feszültség változása a lemezvastagság függvényében



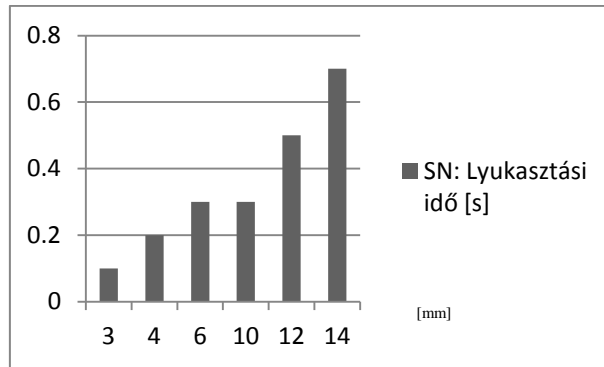
2. ábra. A vágási magasság változása lemezvastagság függvényében



3. ábra. A vágási sebesség változása lemezvastagság függvényében



4. ábra. A lyuk magasság változása lemezvastagság függvényében



5. ábra. A lyukasztási idő változása lemezvastagság függvényében

4. Összefoglaló

A kísérletek során meghatároztam az legyártandó géppel szemben elvárt paramétereket. Számításokkal megtervezésre, majd kivitelezésre került az elvárt paramétereket közelítő hajtásrendszer, és vágóasztal. Jelenleg a gép összeszerelése, és a vezérlés illesztése zajlik

További megoldandó feladatok:

- a lemez vastagságirányú egyenetlenségét követő érzékelő, és magasságállító automatika fejlesztése,
- forgató, befogó készülék tervezése, és gyártása csövek, áthatások vágásához.

Irodalom

[1] Madarász Sándor: CNC plazmavágó gép építése, XXXVIII Tudományos Diákköri Konferencia Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Nyíregyháza 2010.

Madarász Sándor, hallgató

Százvai Attila, műszaki oktató

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Kar Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék

Cím: HU-4400, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 9-11

E-mail: gepgyartas@nyf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ ALKALMAZHATÓ MINIMÁLIS, CLOOS-ROBOTTAL HEGESZTHETŐ LEMEZVASTAGSÁG MEGHATÁROZÁSA ÖTVÖZETLEN SZERKEZETI ACÉLOKNÁL

MÉSZÁROS Levente, DUNAVÖLGYI Dávid

Abstract :

The aim of our work is to introduce the welding possibilities of the thin sheet and to compare these different methodologies.

The welding was made by the Cloos welding robots that can be found on Bánki faculty. The Cloos (Crown International Kft.) ensured the welding robot and helped us to program it.

In our work, we welded all-weld-metal test specimens made of S235 quality sheets, which were bounded according to 3 type welding procedures (Control Weld, Vari Weld, Speed Weld) by gauge, and we examined the quality of the welding.

The robot works with a 1,2 mm diameter-consumable electrode, and we have the lowest parameters. To be able to evaluate the results, every welding were made with the same settings.

The sheet gauge was decreased from 3mm to 1 mm with 0,5 mm gauge steps. We evaluated the specimens with visual examination, and selected the unweldable ones. We made a bond strength test on the remaining specimens.

From the test results we reasoned to the quality and mechanical solidity of the weld.

Keywords:

thin sheet, welding, Cloos, MIG/MAG

Összefoglalás

A dolgozatunkban a vékony lemezek hegeszthetőségével foglalkozunk. Kutatásunk célja a különféle eljárási módokkal hegesztett vékony lemezek összehasonlítása.

A lemezhegesztéseket a Bánki karon található Cloos hegesztőrobottal végeztük el. A hegesztő berendezést, és a robotprogramozásban való segítséget a Cloos (Crown International Kft.) cég biztosította.

Jelen tanulmányban S235 anyagminőségű lemezekből készült próbatestek hegesztésével foglalkozunk, melyeket anyagvastagságuként 3 hegesztési eljárással (MSG-normal, Vari Weld, Speed Weld) kötünk egymáshoz, és vizsgáljuk a hegesztés minőségét. A robot 1,2mm átmérőjű fogyóelektródával dolgozik a beállítható legalacsonyabb paraméterek mellett. Az értékelhetőség miatt az összes hegesztést ugyan azokkal a beállításokkal végezzük. 3 mm lemezvastagságtól lefelé 0,5 mm-es méretlépcsőben csökkentjük a lemezek vastagságát egészen 1 mm lemezvastagságig.

A hegesztett próbatesteket szemrevételezéssel értékeltük, majd az egyértelműen nem hegeszthető lemezek kivételével a maradó lemezek szilárdsági vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálatokból következtettünk az elkészített varrat minőségére, mechanikai szilárdságára.

Kulcsszavak:

Vékonylemez, hegesztés, Cloos, MIG/MAG

1. Bevezetés

Dolgozatunk vizsgálati tevékenységeit a Cloos által rendelkezésünkre bocsájtott hegesztőrobottal végeztük [1-2]. Mikor a vizsgálatokat elméletben elkezdtuk megfogalmazni úgy gondoltuk, hogy egy olyan területet lenne érdemes választani, mely az iparban gyakran okozhat problémát, így nem csak specializált egyedi vizsgálatokat és megállapításokat tehetünk.

A robottal történő védőgázos ívhegesztési technológia tervezése esetén figyelembe kell venni a robot adottságait, beállítható hegesztési paramétereket, mozgás és próbatest befogási lehetőségeket [3].

Ezen gondolatok szem előtt tartásával esett a választásunk az ötvözetlen szerkezeti acélokra mivel a legtöbb esetben ezekkel találkozhatunk, és ezekre vonatkozóan fogalmazhatunk meg általános következtetéseket. Az anyagminőség megválasztása után a 3 – 1 [mm] lemezvastagságot választottuk ki próbalemez vastagságnak.

2. Előkészületek

A próbahegesztések megkezdése előtt szükségünk volt több előkészítő munkálatra. Ezek közé tartozik, hogy saját próbadarabokat gyártottunk, melyeken a hegesztéseket el tudtuk végezni. A legyártott próbadarabokat egy fűzővarrattal láttuk el, hogy azt a hegesztőrobothoz pozícionálni tudjuk, illetve megfelelő rögzítést alkalmazhassunk a hegesztések alatt.

Meg kellett ismerkednünk a robotos fogyóelektródás ívhegesztés alkalmazhatóságának feltételeivel és a berendezés adta lehetőségekkel [4].

Az előkészületi munkálatok nem értek véget a próbatestek legyártásával, mivel szükségünk volt különböző, a hegesztési eljárást segítő alátétek, rögzítők alkalmazására. Ide tartoznak azok az alátét lemezek, melyeket a hegesztendő próbatest alá helyeztünk el, hogy a hegesztés során keletkezett hőt elvigyük a varrattól, továbbá azok a leszorító lemezek, melyekkel biztosítottuk a próbalemezek szilárd rögzítését.

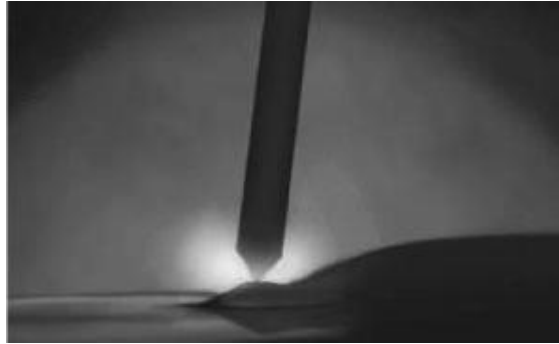
3. Kísérletek

Az előkészítő munkálatok után belekezdünk a próbahegesztések elvégzésébe. A robot programozása után sorra készültek az új varratok. A robot működtetéséhez programot készítettünk [2].

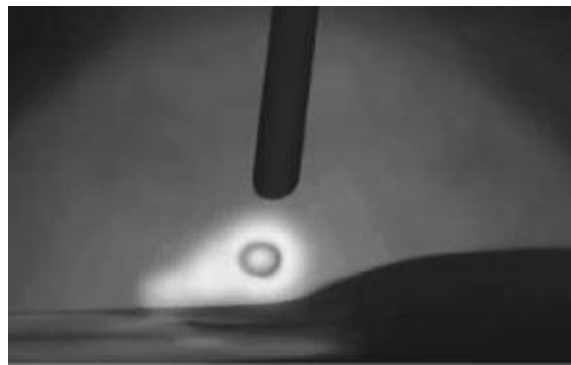
A hegesztéseket két 150×300mm-es lemez hosszanti élének találkozásánál végeztük vízszintes helyzetben. A hegesztőrobot hegesztési paramétereit minimumra állítottuk be, majd ezeket a paramétereket megtartottuk, és az összes próbalemezt ezen beállításokkal hegesztettük össze. A próbatestek mind ugyanakkora táblaméretből készültek, csupán anyagvastagságukban tértek el. 3 [mm] -től lefelé csökkentek a próbalemezek vastagságai 0,5 [mm] –enként 1 [mm] –ig.

A kísérletek során minden anyagvastagsághoz három próbatestet készítettünk, mert a hegesztőrobot három különböző hegesztési eljárásával készítettünk varratokat (Control Weld, Vari Weld, Speed Weld). A három hegesztési program közül utóbbi kettő az egy „impulzusos” hegesztés, míg a control

weld egy „rövidzártas” hegesztési eljárás. Az impulzusos mód abban különbözik, hogy itt a hegesztőelektroda nem ér bele a hegfürdőbe, csupán a feszültség és áram csúcsok pontos vezérlésével adagolják a hegesztőelektrodát. A két eljárás közti különbség elektrodaképeről egy példa.



1. ábra Controll Weld eljárás cseppátmenete [2]



2. ábra Vari Weld eljárás cseppátmenete [2]

4. Eredmények

A hegesztett próbatesteken mechanikai szilárdsági vizsgálatokat végeztünk el. A hegesztett varratokból próbatesteket készítettünk szakítóvizsgálatokhoz, illetve keménységmérő próbatesteket. A próbatesteket szakítása közben felvettük út-erő diagramjukat, keménységmérésnél a varrattól adott távolságra mikrokeménységet mértünk. A Kapott adatok alapján következtettünk arra, hogy a varrat valóban alkalmazható, vagy szemmel nem látható hibákat tartalmaz, melyek miatt nem hegeszthetőnek minősül az adott varrat.

A vizsgálatok befejeztével arra a következtetésre jutottunk, hogy az beállított paraméterek megtartásával, illetve a kísérlet során 1,2 [mm] átmérőjű hegesztőelektroda alkalmazásával a másfél milliméter vastagságú lemezek hegeszthetőek teljes biztonsággal. Viszont már itt is ügyelni kell a megfelelően biztos mechanikai rögzítésre, illetve hegesztés során az úgynevezett hő-torlódásra

rendkívüli figyelemmel kell lenni, különben a vékony lemez nagyon könnyen átéghet a túlzott hő beviteltől.

Köszönetnyilvánítás:

- Az Óbudai Egyetem Bánki Donát karának a megfelelő műhelyek és szerszámok biztosításáért;
- A Cloos Crown international Kft.-nek a hegesztőrobot programozásában nyújtott segítségért;
- Karunk mindazon oktatóinak, akik kísérleteink segítették szakmai tapasztalatukkal;

Irodalom

- [1] Pálinkás L.: *Védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés alapelvei*, Cloos konferencia előadás, 2012.
[2] Cloos: *Oktatási segédlet* 2012. Pp. 1-23.
[3] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp. 200-223.
[4] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika II.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp. 83-90.

¹Mészáros Levente (hallgató)

²Dunavölgyi Dávid (hallgató)

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai mérnöki kar

Cím: 1081 Magyarország Budapest Népszínház utca 8

Telefon: +36-1-666-5300 / Fax +36-1-666-5423



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBŐL SZÁRMAZÓ NEHÉZFÉMEK HATÁSAINAK VIZSGÁLATA DEBRECEN FORGALMI CSOMÓPONTJAIBAN

MOLNÁR Attila, PATAKI Beáta, CZÉDLI Herta, BRAUN Mihály

Abstract

In this reserach, samples of soil were taken as a material in 120 different areas of Debrecen. The samples of soils were obtained from heavy traffic areas, from bus-stations. The aim of the present study was to demonstrate the connection of vehicular traffic and heavy metal pollution with the analysis of soil samples collected from heavy traffic areas in the city center of Debrecen.

Keywords

vehicular traffic, emission, heavy metals, ICP-AES

Kivonat

Kutatásunk során 120 debreceni talajmintát vizsgáltunk. A talajmintákat forgalmas területekről, buszmegállókból vettük. Tanulmányunk célja a közúti forgalom és a nehézfém szennyezés kapcsolatának bemutatása volt Debrecen forgalmas területeiről gyűjtött talajminták elemzése révén.

Kulcsszavak

közúti forgalom, emisszió, nehézfémek, ICP-AES

1. Bevezetés

A közlekedés légszennyező hatása mindenki számára ismert probléma, a gépjárművek üzemanyagában lévő benzin ólomtartalma 80 évig terhelte az utak menti környezetet. Az ólommentes benzin bevezetésével csak az ólomterhelés növekedése szűnt meg, a talajba jutott szennyeződések továbbra is kimutathatók, a növények ezeket különböző módon felveszik, így bekerülhet a táplálékláncba és az emberbe is. A kibocsátott nehézfémek jelentősebb része, mintegy 50-60%-a az út felületére, illetve az út menti 15 m-es sávban rakódik le. Az úttól távolodva fokozatosan csökken a talaj és a növény terhelése.[1]

Kutató munkámat Lipák Emese [2] tanulmányára alapozva kezdtem el. A tanulmányban 120 mintavételi pont szerepelt melyek a város belterületét egyenletesen fedték le. A tanulmányokban azt vizsgálták, hogy a fémionok dúsulhatnak-e a fák tövéből valamint a városi buszmegállókban vett talajmintákban. A feltételezés az volt, hogy a fák lombkoronája „csapdázza” a port, melyre abszorbeálódik a nehézfém, és a lombkoronából az eső lemossa a fák tövébe a port.

A városi környezet fokozottan veszélyeztetett a nehézfém-szennyezés által: itt található a legtöbb emisszió forrás, hatásuk jelentős populációt érint közvetlenül.

Debrecen közlekedési eredetű ólom- és kadmium-, illetve réztartalmában meg lévő területi különbségek vizsgálatát, ezek kialakulásáért felelős tényezők (forgalomsűrűség, beépítési tényezők hatása) értékelését és vizsgálatát mutatom be. [1]

2. Anyag és módszer

2.1 Talajminták elemzése ICP-AES módszerrel

Az induktív csatolású plazma atom emissziós spektrometria (ICP-AES) a legmodernebb műszeres analitikai módszerek közé tartozik. Jellemzői:

- kémiai elemek vizes és nem vizes oldatokból történő meghatározása;
- percenként 20-50 elemre minőségi és mennyiségi elemzés;
- kimutatási határa ($\mu\text{g}/\text{cm}^3 - \mu\text{g}/\text{dm}^3$);
- napi kb. 1000 minta vizsgálható 30-50 elemre;
- üzemeltetési költsége elsősorban az argon gáz felhasználásából adódik, mely 1-1,5 $\text{m}^3/\text{óra}$. [3]

A talajminták gyűjtését követően az analitikai elemzést a Debreceni Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén végezték el (Lipák, 2009). A minták gyűjtése városi buszmegállóknál történt, az úttól körülbelül 1 méterre, kb. 30x30 cm-es területről öt helyen, a felszíntől 5 cm-es mélységig. Majd elvégezték a vizsgálatot melynek menete:

- mintákat homogenizálása, kémcsőbe helyezése;
- minták szárítószekrénybe helyezése, 105°C-on szárítás, szárítás után aprítás;
- minták roncsolása 98%-os salétromsavval;
- ultrahangos rázógépen rázatás mintákban található Cu, Cd, Pb koncentráció meghatározása.[3]

2.2 Mérési adatok feldolgozása

Vizsgálataim helyszínéül az Árpád teret a Pesti és a Kishegyesi utca kereszteződését, valamint a Wesselényi utca és a Mikepércsi út találkozásánál lévő felüljárót választottam.

A beépítettség elemzést az alábbi módszerrel végeztem el:

- vizsgálandó pontok térképeinek letöltése (Google Earth);
- digitális ábra készítés (Autocad);
- területszámítás (Excel). [1]

A mérési helyek talajának nehézfém-tartalmát lineáris interpolálással határoztam meg a rendelkezésemre bocsátott szakdolgozat alapján. [2]

A levegő maximális PM_{10} koncentrációját lineáris interpolálással határoztam meg az Országos Légszennyezettségi MÉRŐHÁLÓZAT 2010-11-es adatsorából, amely a határérték túllépéseket is tartalmazza.

A forgalomszámlálási adatokat Az Országos Közutak 2009. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma c. összesítő táblázatok alapján határoztam meg. [1]

3. Eredmények

Beépítettség vizsgálat:

- Árpád-tér: zöld terület: 39,77%, beépített terület: 60,23%;
- Mikepércsi út: zöld terület: 41,84%, beépített terület: 58,16%;
- Pesti út: zöld terület: 11,36%, beépített terület: 88,64%.

A vizsgált pontok talajának nehézfém koncentrációjának meghatározása lineáris interpolálással:

- Árpád-tér: Cd: 0,9mg/kg, Cu: 118mg/kg, Pb: 41mg/kg;
- Mikepércsi út: Cd: 0,8mg/kg, Cu: 29mg/kg, Pb: 63mg/kg;
- Pesti út: Cd: 0,7mg/kg, Cu: 126mg/kg, Pb: 32mg/kg;

A kapott eredményeket összevettem a határértékekkel: Cd – 1,00mg/kg; Cu – 50,00mg/kg; Pb – 100mg/kg. [6] Megfigyelhető, hogy a Cu határértéket az Árpád-téren és a Kishegyesi úton vett minta Cu tartalma több mint kétszeresen túllépi.

A levegő PM₁₀ koncentráció vizsgálatának alapadatai:

- Hajnal utca: PM_{10max} 122,95ug/m³, PM_{10átl} 34,06 ug/m³, Határérték meghaladás 61;
- Kalotaszeg-tér: PM_{10max} 109,61ug/m³, PM_{10átl} 29,49 ug/m³, Határérték meghaladás 37;
- Hajnal utca: PM_{10max} 100,12ug/m³, PM_{10átl} 32,08 ug/m³, Határérték meghaladás 44.

A mérési pontok eredményei:

- Árpád-tér: PM_{10max} 114,50ug/m³;
- Wesselényi út: PM_{10max} 113,50ug/m³;
- Pesti út: PM_{10max} nincs egyértelmű adat.

Az automata mérőállomások területi elhelyezkedéséből adódóan egyértelműen nem lehet meghatározni a Pesti utca levegőjének PM₁₀ adatait. Javaslat: manuális levegő szennyezettség mérés.

Az Európai Bizottság által meghatározott PM10 napi határértéke: 50 µg/m³, évente 35-nél többször nem léphető túl. Éves határérték 40 µg/m³. [8] Debrecenben a levegő PM10 szennyezettsége téli időszakban a határérték 2x-sét is elérheti, továbbá a határérték meghaladások száma is túllépi a határt.

Ez az állapot komoly betegségek kialakulásához is vezethet.

A közúti forgalmi adatok kikeresésének eredménye:

- Árpád-tér: 21203 j/nap;
- Mikepércsi út: 12978 j/nap;
- Pesti út: 20579 j/nap. [1]

4. Összegzés

A beépítési-területhasználati típusokra jellemző talaj nehézfém-tartalom értékeinek kialakításában érzékelhetően a forgalomsűrűség és a beépítés jellege játszik döntő szerepet. Ezt az összefüggést jól

alátámasztják a Pesti úton kapott eredmények: az összes jármű forgalom 20579 j/nap, a beépítettség aránya itt 88,64 %, melyhez igen magas Cu és Pb koncentráció érték kapcsolódik a talajmintákban. Ugyanezt a gondolatsort folytatva, az Árpád téren volt a legmagasabb az összes jármű forgalom a vizsgált mérési pontokat összevetve (21203 j/nap), és ahogy vártuk, itt a Pesti utcán mért Pb koncentrációt meghaladta a talajminta ólom tartalma. [1]

1. táblázat. Összegzés

Mérési hely	Zöld terület (m ²)	%	Beépített terület (m ²)	%	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	PM 10 Max (µg/m ³)	Forgalom (j/nap)
Árpád tér	13008,5	39,77	19701,4	60,23	0,9	118	41	114,5	21203
Pesti út	4979,27	11,36	38846,8	88,64	0,7	126	32	-	20579
Wesselényi utca	43427,4	41,81	60357,3	58,16	0,8	29	63	113,5	12978

Irodalom

- [1] Molnár A., Czédli H., Dr. Braun M.: *Közúti járműforgalom és nehézfém terhelés* (2011)
- [2] Lipák Emese Mária: *Tömegközlekedési csomópontok talajának szennyezettsége Debrecenben* (2009)
- [3] Dr. Braun M.: *Induktív csatolású atom emissziós spektrometria, ICP-AES* (2008)
- [4] *Kármentesítési kézikönyv 2: Eikmann és Kloke* (1991) által javasolt határértékek a talajhasználat függvényében <http://www.zoldinfolanc.hu/doksik/orszagos/talaj/talajvedelem.pdf>

Molnár Attila, építőmérnök hallgató

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar,

Építőmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

Telefon / Fax: 0630/6476338

E-mail: mattila89@citromail.hu

Pataki Beáta, tanársegéd

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar,

Építőmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

Telefon / Fax: +36-52-415-155 / 77790

E-mail: patakibea@eng.unideb.hu

Czédli Herta, adjunktus

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar,

Építőmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

Telefon / Fax: +36-52-415-155 / 77765

E-mail: herta.czedli@eng.unideb.hu

Dr. Braun Mihály, egyetemi adjunktus

Munkahely: Debreceni Egyetem, Szervetlen és

Analitikai Kémiai Tanszék

Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. Pf. 21

Telefon / Fax: +36 52 512900/ 22304

E-mail: mihaly.braun@science.unideb.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ALN KIVÁLÁS MÉRÉSE ÉS SZIMULÁCIÓJA MELEGEN HENGERELT LÁGYACÉL TEKERCSEBEN

MUCSI András

Abstract

In this paper the simulation and measurement of (mainly aluminium-)nitride precipitation in hot rolled Al-killed steel strip have been presented. Precipitation kinetics in temperature range 600-700 °C has been measured by thermoelectric power tests. Based on this measurements the amount of precipitated nitrogen during cooling of a coil after coiling has been calculated.

Keywords: AlN precipitation, hot rolled low carbon steel

Összefoglalás

A cikk alumíniummal csillapított lágyacél lemezekben megfigyelhető (főként alumínium-) nitrid kiválási folyamat mérés technikájáról és szimulációjáról szól. A kiválási kinetikát 600-700 °C közötti hőmérsékleten végzett kísérletekkel és termofeszültség mérésével állítottuk fel. Ezen mérési eredmények alapján a melegen hengerelt tekecsben csévézés után lejátszódó nitridkiválást szimuláltuk.

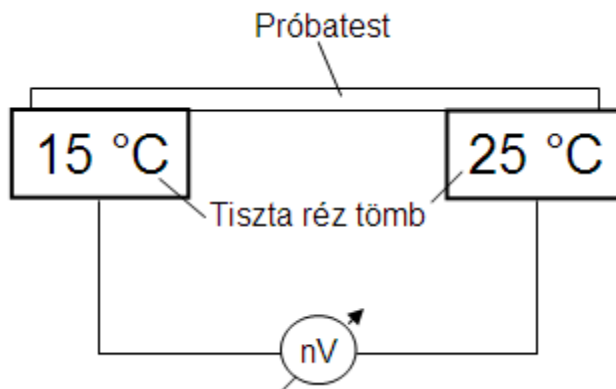
Kulcsszavak: AlN kiválás, melegen hengerelt alacsony karbontartalmú acél

1. Bevezetés

Alumíniummal csillapított lágyacél lemezek igen elterjedtek jó mélyhúzzhatóságuk (r_m , átlagos anizotrópiaérték: ~ 1.8) és alacsony folyáshatárjuk (170-190 MPa) és az IF acélokhoz képest alacsony árak miatt. A mélyhúzzhatóságot a technológiai paraméterek közül a csévézés hőmérséklete, a hideghengerlés mértéke, a lágyítási technológia során a felhevítés sebessége határozza meg. A jó mélyhúzzhatóság és az alumínium nitrid kiválási folyamata szoros kapcsolatban van, ha a kiválások finom, diszperz formában vannak jelen, akkor a hidegalakított lemez újrakristályosodása során a szemcsehatárok irányába történő növekedést gátolják a kiválások, kialakul a „palacsinta” szövet, mindemellett erős $\{111\}$ textúrával fog a lemez rendelkezni a lágyítás után. Ha a kiválások nagy méretűek, akkor csíráképzőként hatnak, körülöttük random textúra keletkezik, de az előző sorokban leírt hatásokat nem fejtik ki. Ha a kiválási folyamat lágyított anyagon és magas hőmérsékleten megy végbe, akkor nagy méretű kiválások keletkeznek, ez kerülendő. Az alumíniummal csillapított mélyhúzzható lágyacélok gyártástechnológiai jellegzetességéből adódik, hogy a felcsévézés utáni hőmérsékletéről (550-700 °C, acélminőségtől függ) való lehűlés közben jelentős mennyiségű nitrogén válhat ki. A kivált nitrogén mennyisége nagymértékben függ a csévézés hőmérsékletétől és erről a hőmérsékletéről való lehűlési sebességtől.

2. A nitridkiválási folyamat mérése 600-700 °C hőmérsékletintervallumban

A nitridkiválási folyamat mérésének egyik lehetséges módja a termofeszültség mérése. A termofeszültség mérése egy speciális készülékkel történik, mely képes igen kicsi, 10-100 nV nagyságrendű feszültségjeleket felerősíteni igen kis zaj mellett. A berendezés vázlatát az alábbi ábrán látható.

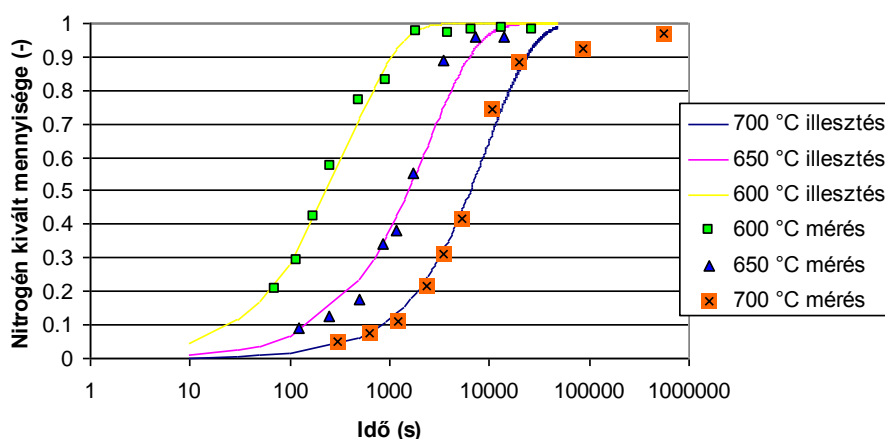


1. ábra. A termofeszültség mérésére használt készülék vázlatát

A próbatestet két igen tiszta elektrolitréz blokk közé helyezük, és egy arra alkalmas elektromosan szigetelt rögzítéssel a két réz tömbhöz megfelelő kontaktusba hozzuk. Az egyik réz blokkot egy szabályzórendszer 15 °C-on, míg a másikat 25 °C-on tartja. A hőmérsékletkülönbség miatt a két rézblokk között termofeszültség keletkezik, amit egy megfelelően kiszájú erősítőre kötve mérhető jelet kapunk. A termofeszültség jele S , mértékegysége nV/K illetve nV/°C. A termofeszültség értékét sok tényező befolyásolja. Értéke csökken, ha a rács torzulása nő (visszaoldódás, alakváltozás) és nő, ha az atomrács torzulása csökken (kiválás, újakristályosodás). Az egyes ötvözőelemek által okozott termofeszültség változás alacsony ötvözöttség esetén egyenesen arányos az adott elem oldatban lévő mennyiségével, ezt fejezi ki a Nordheim-Gorter szabály:

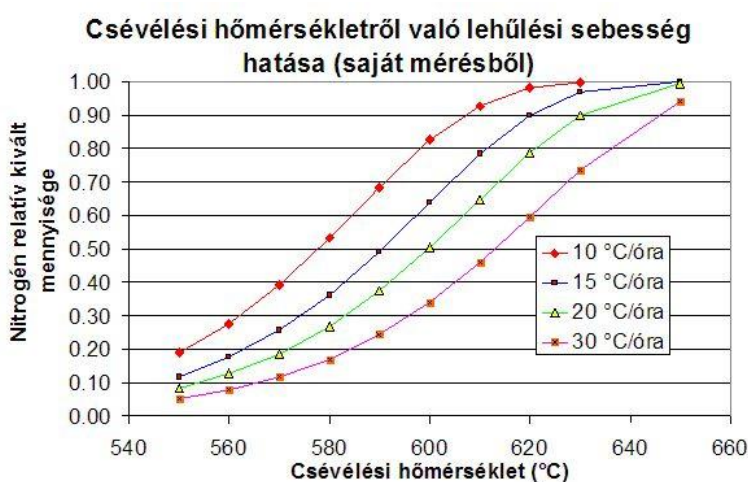
$$\Delta S = \sum K_i \cdot x_i \quad (1)$$

Ahol ΔS a termofeszültség változás, K_i az adott ötvözőelemre vonatkozó arányossági tényező, x_i az adott elem tömegszázalékban oldatban lévő értéke. A K_i arányossági tényező karbon atomokra $-45 \mu\text{V}/(\text{wt}\% \text{K})$, míg nitrogénre $-24 \mu\text{V}/(\text{wt}\% \text{K})$. Az oldott nitrogén és karbontartalom ezzel a mérés technikával kb. 1-2 ppm pontossággal határozható meg. Massardier és társai egy speciális módszert dolgoztak ki az oldott karbon és nitrogéntartalom mérésére, melynek részletes leírása az irodalomban fellelhető [1]. Az eredményeik szerint az oldott nitrogéntartalom csökkenés különböző hőmérsékleteken végzett hőkezelések során az idő függvényében a következő ábrán látható alakot ölti (összetétel: 0.025% C, 0.2% Mn, 0.005% N, 0.058% Al)

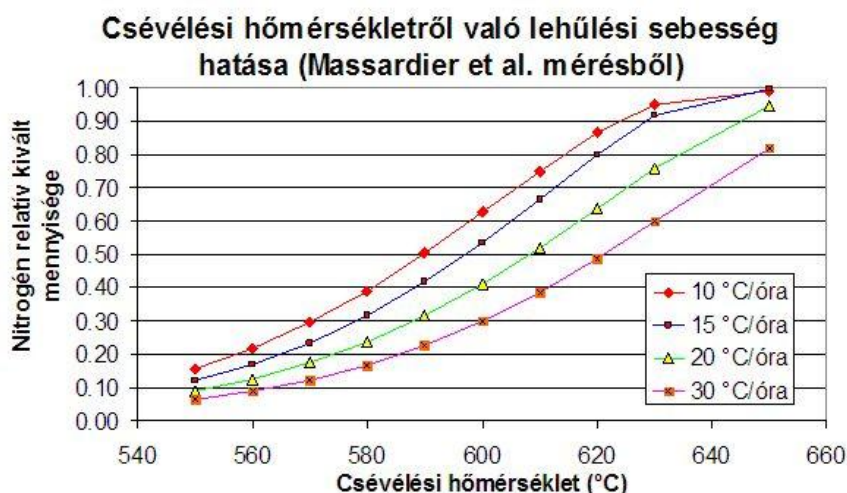


2. ábra. A nitrogén kivált mennyisége Massardier és társai szerint a hőmérséklet és az idő függvényében melegen hengerelt légyacél lemezben [1]

A mérési módszert egy saját összetételre (0.05%C, 0.004%N, 0.23%Mn,0.029%Al) alkalmazva hasonló görbéket kaptunk az oldott nitrogén csökkenésére az idő és a hőkezelés hőmérséklete függvényében. A görbékre Avrami típusú kinetikát illesztettünk, melynek segítségével nemizoterm feltételek melletti átalakulási folyamat számítható. Ezek alapján egy olyan szimulációs eredmény sor készült, ahol a melegen hengerelt, különböző csévélnési hőmérsékleten felcsévált tekercsekben a nitridkiválási folyamat előrehaladottságát számítottuk különböző lehülési sebességek mellett. A melegen hengerelt tekercsben csévélnés után az átlagos lehülési sebesség sok tényezőtől függ, átlagos értékét 15-25 °C/óra értékűre lehet becsülni. Ebből kiindulva a szimulációt tehát 550-650 °C-on felcsévált és különböző hülési sebességgel lehült tekercsrészekre végeztük el.



3. ábra. A nitridkiválás mértéke különböző hőmérsékleten felcsévált, különböző sebességgel történő lehülés során saját mérési eredmények alapján



4. ábra. A nitridkiválás mértéke különböző hőmérsékleten felcsévélt, különböző sebességgel történő lehűlés során saját mérési eredmények alapján

Általánosan elmondható, hogy a nitridkiválás 400 °C-os hőmérséklet alatt igen csekély az összes lehülési sebesség esetén, tehát a szimulációban használt lehülési sebességet leginkább a tekercs adott pontjának 400 °C-os hőmérséklete és csévélési hőmérséklete közti lehülési sebességgel lehet leginkább összevetni. A szimulációt mind a saját mérés alapján felállított, mind az [1]-ben található mérési eredmények alapján elvégeztem. Az eredmények az alábbi ábrákon láthatók.

3. Összefoglalás

A cikkben az Al-al csillapított lágyacélok nitridkiválási folyamatainak méréstecnikájáról és alkalmazásáról olvashattunk. A szimulációs eredmények alapján a csévélési hőmérséklet és erről a hőmérsékletről történő lehülési sebesség függvényében a kivált (alumínium)nitrid mennyiségére adtuk becslést.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönettel tartozik a Richter Gedeon Talentum Alapítván felé a kutatásban nyújtott segítségéért.

Irodalom

[1]. V. Massardier a,*, V. Gue'taz, J. Merlin, M. Soler: Kinetic and microstructural study of aluminium nitride precipitation in a low carbon aluminium-killed steel, *Materials Science and Engineering A355* (2003) 299-310

Mucsi András doktorandusz

BME-GPK

OE-BDGBMK

H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.

mucsi.andras@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

LÁGYACÉLOK FELSŐ FOLYÁSI PONTJÁNAK FÉMTANI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI ELEMZÉSE

MUCSI András

Abstract

The paper deals with the deformation mechanisms of mild steel at upper yield point. It has been pointed out that the gripping system developed in earlier researches load the tensile test specimen only with pure tensile stress without bending. The possible deformation mechanism at yield point of a mild steel specimen loaded with the new gripping system will be represented.

Keywords: upper yield point, dislocation density

Összefoglalás

A cikk a lágyacélok felső folyási pontjában történő alakváltozás lehetséges módozatait taglalja. Rámutatunk arra, hogy a befogási módszer jelentős hatással van a felső folyáshatár értékére, valamint arra, hogy az általunk kifejlesztett befogórendszer ténylegesen egytengelyű feszültségállapottal terheli a darabot. Bemutatjuk továbbá egy gyakorlatilag teljesen egytengelyű feszültségállapottal terhelt darabban a megfolyt zóna valószínűsíthető alakváltozási mechanizmusát is.

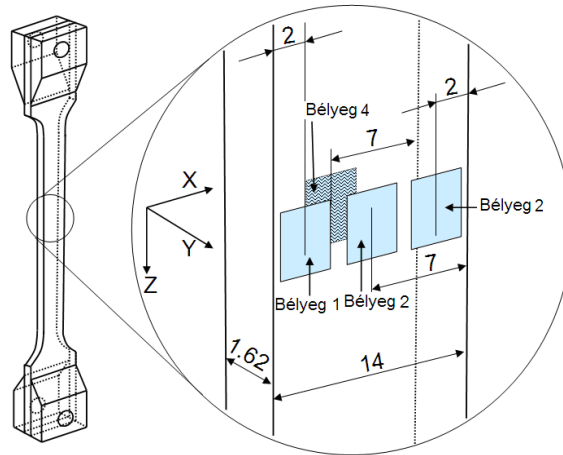
Kulcsszavak: felső folyáshatár, diszlokációsűrűség

1. Bevezetés

A lágyacélok felső folyási pontjában történő alakváltozási mechanizmusokra a fémtan és a szilárdtestfizika többféle lehetőséget kínál. Folyási jelenséggel rendelkező lágyacélok megfolyási feszültségének méréstechnikája igen körülményes és nagy elővigyázatosságot igényel. Az adott anyagminőség mért felső folyási határát akkor tekinthetjük megfolyási feszültségnek, ha értékét a befogórendszer, a próbatest pozícionálása és a próbatest alakja nem befolyásolja. Korábbi mérések azt mutatják, hogy a próbatestek pozícionálási és befogási bizonytalansága lágyacélok esetén igen nagy szórást okoztak a felső folyáshatár tekintetében [2-5]. Emiatt korábbi kutatások során egy speciális befogórendszer került kifejlesztésre, mely lehetővé teszi azt, hogy a próbatestet kizárólag egytengelyű feszültségi állapot terhelje [5]. Ennek eredménye az, hogy a mért felső folyáshatár értéke már független lesz a befogás és a próbatest geometriai hatásaitól. A cikkben bemutatásra kerül két mérési sorozat. Az egyik egy speciális teszter-próbatesten történt és arra irányult, hogy mérésekkel bizonyítsuk azt, hogy az újonnan kifejlesztett befogórendszer ténylegesen egytengelyű feszültségállapottal terheli a próbatestet. A másik kísérletsorozat azt mutatja be, hogy egy egytengelyű feszültségállapotban „éppen megfolyatott” próbatest alakváltozása milyen mechanizmussal megy végbe.

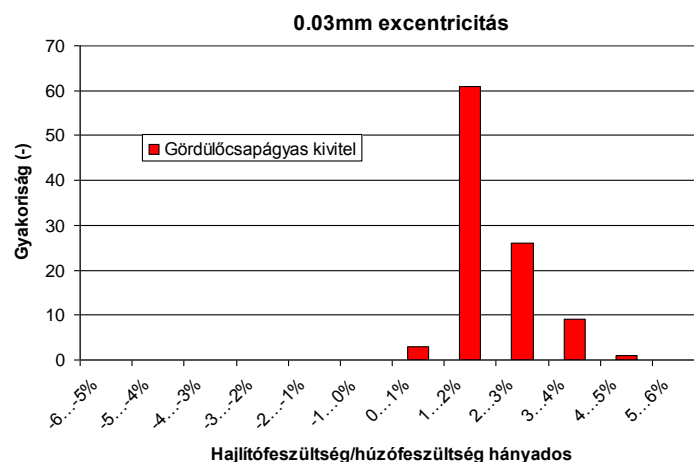
2. A feszültségállapot mérése a szakítópróbatestek terhelése során

Szakítóvizsgálat kezdeti, rugalmas szakaszán jelen lévő feszültségállapotot egy speciális próbatesttel mértem. A speciális próbatest hasonló kialakítású volt, mint egy hagyományos szakítópróbatest azzal a különbséggel, hogy erre az alábbi ábrának megfelelően nyúlásmérő bélyegek kerültek felragasztásra.



1. ábra. A feszültségállapot mérésére használt speciális próbatest

A nyúlásmérő bélyegek közül az 1. és 2. számút, valamint a 2. és 4-es számút „szembekötve” az előbbiekkal az x irányú alakváltozást, míg az utóbbiakkal az y irányú alakváltozást mérhetjük. A próbatestet a terhelőfuratokon keresztül felfüggesztve kalibráltuk, melynek eredményeképp a nyúlásmérő bélyegek által szolgáltatott feszültségjel és az y illetve y irányba fellépő, befogórendszer által okozott hajlítófeszültség közti kapcsolat számszerűsíthető. A próbatesttel 100 rugalmas felterhelést végeztünk az új fejlesztésű befogórendszerrel [5], melynek során mértük az axiális irányú erőt (húzófeszültséget) illetve a hajlítófeszültséget az x illetve az y irányban. Az eredményeket a következő ábra mutatja.

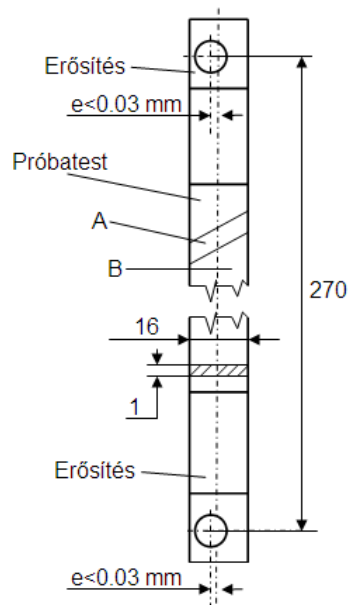


2. ábra. A speciális befogórendszer által bevitt hajlítás statisztikus értéke x irányban

Az ábrán látható, hogy 0.03 mm-es excentricitás mellett gyakorlatilag egytengelyű feszültségállapot áll fenn, a hajlítófeszültség mindössze a húzófeszültség 1-3%-a. A fenti diagramhoz hasonló eredményeket kaptunk y irányban (lemezvastagság irányban) is.

3. Az alakváltozás lehetséges mechanizmusa a megfolyás pillanatában

Az előző kutatások alkalmával bemutatott befogórendszerrel egy alacsony C-tartalmú lágyacél próbatestet az első Lüders-sáv megjelenéséig terheltünk. A próbatesten kialakult egy keskeny, kb 5mm széles megfolyt zóna, a próbatest többi része csak rugalmasan (illetve kvázi-rugalmasan) alakváltozott. Az alakváltozás mechanizmusának feltárásához három diszlokációsűrűség mérést végeztünk [1]. Az első mérést egy abszolút terheletlen (még rugalmas feszültséggel sem terhelt) próbatesten, a másik két mérést a megfolytatott próbatesten végeztük a megfolyt és a nem megfolyt (rugalmasan terhelt) zónában. A diszlokációsűrűség mérések eredményeképp kiderült, hogy az egytengelyű feszültségállapottal terhelt próbatestek szakítóvizsgálata során a megfolyt zónában (3. ábra A rész), a rugalmasan terhelt zónában (3. ábra B rész) és a zérus terhelést kapott próbatest esetén megközelítőleg ugyanakkora diszlokációsűrűség jellemzi a darabot.



3. ábra. A diszlokációsűrűség-méréshez használt próbatest geometriai méretei

Ez azt jelenti, hogy a felső folyási pontban a Cottrell-féle interszticiós atomokról történő leszakadási mechanizmus szerint megy végbe a képlékeny alakváltozás; mindemellett vagy egyáltalán nem, vagy igen kis mennyiségű új diszlokáció keletkezik a megfolyás pillanatában.

4. Összefoglalás

A cikkben bemutatásra került a korábbiakban kifejlesztett, egytengelyű terhelést biztosító befogórendszer tesztelési módszere és a tesztek eredménye. Bemutatásra került továbbá egy

röntgendiffrakciós eljárással végzett diszlokációsűrűség mérési sorozat eredménye, miszerint az Al-al csillapított lágyacélokban a képlékeny alakváltozás tiszta egytengelyű húzófeszültség hatására a diszlokációk intersztíciós atomokról történő leszakadásával történik, mindemellett az újonnan keletkezett diszlokációk mennyisége közel zérus.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönettel tartozik Dr. Verő Balázsnak, aki a TÁMOP-4.2.2A-11/1/KONV-2012-0027 projekten keresztül a diszlokációsűrűség méréseket finanszírozta.

Irodalom

- [1] T. Ungár, A. Borbély: The effect of dislocation contrast on X-ray line broadening: a new approach to line profile analysis, *Applied Physics Letters* 69. 3173-3175 (1996)
- [2]. T.G.F Gray, A. McCombe, Influence of specimen dimension and grip in tensile testing steel to EN 10 002., *J Iron and Steel Making* 19 (1992) 405 – 409.
- [3]. Hong-Bing Sun, Yuya Kaneda, Masanobu Ohmori, Fusahito Yoshida, Effect of Stress Concentration on Upper Yield Point in Mild Steel, *Materials Transactions* 47 (1) (2006) 96-100.
- [4]. M. M. Hutchinson, High upper yield point in mild steel, *J. Iron Steel Inst.*, 186 (1957) 431-432.
- [5]. András Mucsi: Effect of gripping system on measured upper yield strengt by tensile test, *Measurement*, In Press

Mucsi András

doktorandusz

BME-GPK

OE-BDGBMK

H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.

mucsi.andras@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

TITÁN KÉMIAI MARATÁSA ÉS ELEKTROPOLÍROZÁSA

NÁDAI Lilla, KATONA Bálint, TERDIK Attila, NAGY Péter, WESZL Miklós,
BOGNÁR Eszter

Abstract

We studied treatments to the surface of titanium implant materials, specifically 2 mm thick Grade 2 and Grade 5 titanium discs. The discs were subjected to two consecutive surface treatment procedures, chemical etching and electropolishing. For chemical etching we investigated changes in reaction time on the surface, while in electropolishing we looked at the electric-current density and the reaction time. As a result of our research we determined the optimal parameters for surface treatment by chemical etching, taking into account both the amounts of material lost and its surface grain. After completion of surface treatment, we examined the titanium discs with both optical microscopy (stereo and metal-microscope) and electron microscopy.

We established that with an etching solution containing 9 V/V % hydrogen-fluoride, 12 V/V % nitric acid and distilled water at 30°C, a chemical etching time of 30 seconds is optimal. The optimal electropolishing parameter combination we found to be 180 seconds polishing time, minus 30°C temperature, and a voltage of 20 volts.

Keywords:

titanium, chemical etching, electropolishing, surface treatment

Összefoglalás

Kutatásunkban kémiai maratást és elektropolírozást végeztünk Grade 2-es és Grade 5-ös titán alapanyagokból esztergált, 2 mm vastagságú korong alakú próbatesteken. A kémiai maratáskor az időt, míg az elektropolírozás során a feszültséget és az időt változtattuk. A kutatás eredményeként meghatároztuk a felületkezelésekhez tartozó optimális paramétertartományokat a minták anyagmennyiségének csökkenését és a felületi érdességet figyelembe véve. A felületkezelések elvégzése után a titánkorongokat optikai- (sztereo- és fémmikroszkóp) és elektronmikroszkóppal vizsgáltuk meg.

Megállapítottuk, hogy a 9 V/V % hidrogén-fluoridot, 12 V/V % salétromsavat és desztillált vizet tartalmazó maratópáccal 30°C-on történő kémiai maratás esetében, a vizsgált mintáknál 30 másodperc maratási idő az optimális. Az optimális elektropolírozási paraméterkombinációnak a 180 másodperc polírozási időt, -30°C-os polírozási hőmérsékletet és 20V feszültséget találtuk.

Kulcsszavak:

titán, kémiai maratás, elektropolírozás, felületkezelés

1. Bevezetés

Napjainkban elterjedt fogpótlási módszer az implantátum, amelynek segítségével a fogorvosok a valódi foggyökeret pótolják [1].

Kutatásunk céljának tűztük ki, hogy kémiai maratásnál és elektropolírozásnál kidolgozzuk azokat az optimális paramétereket, amelyek egy új geometriával rendelkező implantátum számára megfelelő felületi minőséget biztosítanak.

A szakirodalomban titán kémiai maratásához hidrogén-fluoridot, salétromsavat és desztillált vizet alkalmaznak [2], elektropolírozásához pedig metanolból, butanolból és perklór-savból álló elektrolitot [3,4].

2. Kísérleti munka

Kísérleteinkhez Grade 5-ös (6% Al, 4% V), Grade 2-es és nanoszemcsés Grade 2-es titán korongokat használtunk [5]. Az alapanyagokból 2 mm vastag korongokat munkáltunk ki esztergálással, majd ezeket a korongokat gyémánttárcsás vágóval 4 részre vágtuk. A kísérletek során összesen 72 mintát vizsgáltunk meg.

A fogászati implantátumok geometriáját forgácsolással alakítják ki, ez pedig sorját, valamint a vágókésből származó hornyokat hagy maga után, emiatt az így elkészített implantátumokat felületkezelésnek kell alávetni.

2.1. Kémiai maratás

Kutatásunkban kémiai maratással távolítottuk el a minták felületéről az esztergáláskor keletkezett sorját. A minta kémiai maratását ultrahangos berendezésben végezzük a reakció hatékonyságának növelése érdekében. Az eljárás során a minta és a maratópác között lejátszódó kémiai reakció a kezelt munkadarab anyagfogyását eredményezi. A kémiai maratást a kezelendő alapanyag összetétele, a maratópác összetétele, a hőmérséklet és a kezelés ideje befolyásolja.

Kísérleteinkben 9 V/V % hidrogén-fluoridot, 12 V/V % salétromsavat és desztillált vizet tartalmazó maratópácot alkalmaztunk, amelyet előzetes kísérletek alapján választottunk ki. A kezelés során a rendszerünk felmelegedett a lejátszódó exoterm folyamat miatt. Mivel a maratópác intenzitása függ a hőmérséklettől, ezért azt egy optimális, konstans értéken kellett tartanunk, amelyet a méréseink alapján 30°C-ra állapítottunk meg. Ehhez lehűtött acetont használtunk, amellyel a reakcióteret kívülről hűtöttük és a maratópác hőmérsékletét 30±1°C-on tudtuk tartani.

A kémiai maratás idejével arányos a leváló anyag mennyisége, valamint a felület minősége. A hosszú idejű kezelés jelentős anyagfogyást eredményez, amely nem gazdaságos, továbbá egy implantátum esetében a felületen kialakított menet lemaródását is előidézhetheti. A túl rövid ideig tartó kémiai maratás pedig nem okoz sorjamentes felületi minőséget. Mivel a kémiai maratás minőségét jelentős mértékben meghatározó paraméter a kezelés időtartama, ezért alapanyagoként különböző ideig maratott munkadarabot, tehát 3x12 mintát készítettünk és vizsgáltunk. Az alkalmazott időtartamokat az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. Az egyes mintákhoz tartozó maratási idő

Minta sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Maratás ideje (sec)	15	30	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600

A kezelés előtt minden mintának megmértük a vastagságát 3 helyen, a tömegét és mindkét oldalának felületi érdességét 5-5 helyen. A geometriai mérésekhez mikrométert, a tömeg méréséhez analitikai

mérleget, a felületi érdesség méréséhez pedig felületi érdességmérőt használtunk. Ezeket a méréseket elvégeztük a kémiai maratás után is az előzőekben említett helyeken, így információt kaptunk a különböző maratási idők felületre és anyagfogyásra gyakorolt hatásáról. Továbbá megvizsgáltuk a titán korongokat optikai- (sztereo- és fémmikroszkóp) és elektronmikroszkóppal [6].

A kémiai maratás optimális paramétertartományának kiválasztása során a következő követelményeket állítottuk: a legkisebb felületi érdesség és anyagfogyás, a legjobb reprodukálhatóság, egységes paraméterek használata mindhárom alapanyagra és legrövidebb maratási idő.

A vizsgálatok eredményeit, valamint a kémiai maratással szemben állított követelményeinket összevetve úgy találtuk, hogy az optimális maratási idő 30 másodperc, ugyanis leválik a forgácsolásból származó sorja, továbbá megkezdődik a vágókés által hagyott barázda maródása, amely a felületi érdesség értékének javulását eredményezi.

2.2. Elektropolírozás

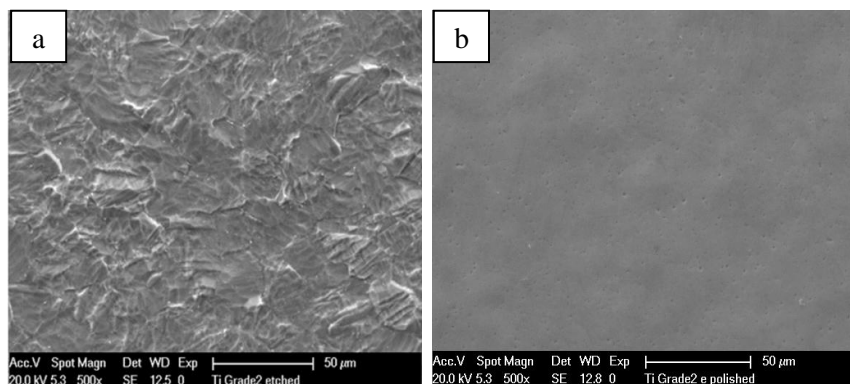
Az előző fejezetben meghatározott 30 másodperces kémiai maratást követően elektropolírozást végeztünk a mintákon. Az elektropolírozás során a kezelendő munkadarabot anódként kötöttük és azt egy elektromos áramot vezető elektrolitba merítettük, így zártuk az áramkört. Az elektropolírozással kialakított felület minőségét az alapanyag, az elektrolit, annak hőmérséklete, a kezelés ideje, az elektrolit keverésének sebessége, valamint az alkalmazott áramsűrűség határozza meg.

Kísérleteinkhez a Struers® cég A3 típusú elektrolitját alkalmaztuk, amely, perklórsavból, metanolból és butoxi-etanolból áll. Az elektropolírozást $-30 \pm 1^\circ\text{C}$ hőmérsékleten végeztük, amelyet szárazjéggel hűtött acetonnal értük el. Előzetes kísérletek alapján az elektropolírozás idejére azt a megállapítást tettük, hogy 60 másodpercnél rövidebb ideig, valamint 240 másodpercnél hosszabb ideig nem érdemes a folyamatot végezni. Az alsó időkorlátot a még felületen maradó érdességcsúcsok jelenléte, a felső időkorlátot pedig a túlpolírozott felület indokolja. Ennek fényében az alkalmazott elektropolírozási idők rendre 60, 120, 180 és 240 másodperc voltak. Az alkalmazott áramsűrűség meghatározása is előzetes kísérletek alapján történt. Ezek alapján a megfelelő értékek $0,01 - 0,5 \text{ A/cm}^2$ között vannak. A rendelkezésünkre álló berendezésen a feszültség beállítására volt lehetőségünk, amely egyenes arányosságban áll az alkalmazott áramerősséggel, így az áramsűrűséggel. A választott feszültség értékek 20V, 25V és 30V voltak.

Az elektropolírozással szemben a következő követelményeket állítottuk: legkisebb felületi érdesség és anyagfogyás, legjobb reprodukálhatóság, egységes paraméterek mindhárom alapanyagra és legrövidebb elektropolírozási idő. Ezeken a mintákon is elvégeztük a kezelés előtt és után egyaránt a tömegmérést, a vastagságmérést, valamint a felületi érdesség mérést. Továbbá megvizsgáltuk a titán korongokat optikai- (sztereo- és fémmikroszkóp) és elektronmikroszkóppal [6].

Ezen vizsgálatok eredményeit, valamint az elektropolírozással szemben állított követelményeinket összehasonlítva úgy találtuk, hogy a számunkra optimális polírozási paraméterek a 20 V feszültség és 180 másodperc polírozási időtartam.

Az **1. ábrán** pásztázó elektronmikroszkóppal készített képeken megfigyelhető, hogy az elektropolírozás egyes paraméterek mellett jobb felületi minőséget eredményez, mint a kémiai maratás.



1. ábra. Grade 2-es minta kémiai maratással (a) és elektropolírozással (b) kezelt felülete

7. Összefoglalás

Megállapítottuk, hogy mindhárom alapanyag típusnál a minták felületén esztergálás közben keletkezett sorja eltávolítására a következő maratási paraméterek az optimálisak: 30°C hőmérséklet, 30 másodperc maratási idő és 9 V/V % hidrogén-fluoridot, 12 V/V % salétomsavat és desztillált vizet tartalmazó maratópác. Az így kialakuló felületi érdesség 0,2-0,5 µm tartományba esett.

Az optimális elektropolírozási paraméterkombinációnak a 180 másodperc polírozási időt, -30°C-os polírozási hőmérsékletet és 20V feszültséget találtuk. Az így kialakuló felületi érdességre 0,1-0,3 µm tartományba eső értékeket mértünk.

Ezek az eredmények jelentős segítséget nyújtanak a további kutatásokhoz a titán implantátumok felületkezelésével kapcsolatban.

Irodalom

- [1] A. Tanner et al.:Dental Implants Infections, Clinical Infectious Diseases 25(2):S213–7 (1997)
- [2] Struers Application Notes: Metallographic preparation of titanium
- [3] B.Chou, R. Jain, D. McGervey, U. Landau, and G. Welsch: Electropolishing of Titanium, Department of Materials and Engineering, Case Western Reserve University, Cleveland, U.S.
- [4] K. Tajima, M. Hironaka, K.-K. Chen et al.: Electropolishing of CP Titanium and Its Alloys in an Alcoholic Solution-based Electrolyte, Dental Materials Journal 27(2), pp. 258–265. (2008)
- [5] J. Gubicza, Zs. Fogarassy,Gy. Krallics, J.Lábár, T. Törköly: Microstructure and mechanical behaviour of ultrafine grained titanium, Materials Science Forum 589: pp. 99-104. (2008)
- [6] B. Katona, L. Nádai, E. Bognár, M. Wenzl: Baktériumok megtapadását gátló titán-dioxid nanostruktúrák kialakítása implantátum alapanyagok felületén, TDK-dolgozat (2012)

Nádai Lilla, MSc-hallgató

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca, 7. MT épület

Telefon / Fax: (+36) 1463-1366

E-mail: nadai.lilla@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A MIMÉZIS SZEREPE AZ ÉPÍTÉSZETBEN

NAGY Marianna

Abstract

My primary aim with the thesis is to prove that the architectural mimesis, that is the relationship of architecture to reality has been existing for a long time and fundamental in the architecture design language. I try to answer the question what we mean by mimesis in architecture, because the content that lies behind the term piques world-wide interest and has prompted discussion, and it was the mother of a lot of misunderstanding. I want to document that how the ideas of architectural mimesis get expression in some thinkers in time periods and cultures distant from each other. Between of my aims is lined to attempt to illustrate the mimesis in architecture creations. Likewise my purpose is to start completely logical questions in connection with practical architectural work according to which the mimesis can be used in a broad or narrow sense in contemporary architecture. A parallel can be drawn between today's architecture and the principles which developed in the Renaissance. The hidden mathematical order, which was discovered in the Renaissance is utilized in the cybernetic architecture. The anthropomorphic architecture has „vivified” the buildings by using human rate systems. The postmodern is precisely imitates all the architectural styles as the renaissance imitates the Greeks. Countless generations' architectural zeal was leaving for us to recognize in them the images and countless metamorphosis of ideas, which we want to create again with our own tools and opportunities and which must be re-create – thus we fulfilling the mission of the architectural culture stretching through centuries and intergenerations.

Key words:

mimesis, architecture

Összefoglalás

A dolgozattal elsődleges célom, hogy bizonyítsam, hogy az építészeti mimézis, vagyis az építészetnek a valósággal kapcsolatos viszonya régóta létezik és alapvető jelentőségű az építészet formanyelvében. Arra a kérdésre is próbálok választ adni, hogy mit is értünk az építészetben mimézisen, ugyanis a tartalom, amely az elnevezés mögött rejlik, világszerte nagy érdeklődést és vitákat váltott ki, és sok félreértésnek a szülőanyja lett. Dokumentálni akarom, hogy az építészeti mimézissel kapcsolatos gondolatok hogyan jutnak kifejeződésre egyes gondolkodóknál egymástól távol eső időszakokban és kultúrákban. Célom között sorakozik még megkísérelni a mimézist építészeti alkotásokban szemléltetni. Ugyancsak célom, hogy konkrét építészeti mű kapcsán indítsak el teljesen logikus kérdéseket, miszerint a mimézis napjaink építészetében használható-e tágabb vagy szűkebb értelemben. Napjaink építészetéhez párhuzamot lehet vonni a reneszánszban kialakult elvekhez. A reneszánszban felfedezett rejtett matematikai rendet hasznosították a kibernetikus építészetben. Az antropomorf építészet az emberi arányrendszerek segítségével „életre keltette” az épületeket. A posztmodern éppen úgy utánozza az összes építészeti stílust, mint a reneszánsz a görögöket. Megszámlálhatatlan generációk építészeti buzgalma lett ránk hagyva, hogy felismerjük bennük a képek és elképzelések megszámlálhatatlan metamorfózisát, melyeket a magunk eszközeivel és lehetőségeivel mi is újra akarunk teremteni, és amelyeket újra is kell teremtenünk – ezzel teljesítjük be az építészeti kultúra századokon és generációkon átívelő hivatását.

Kulcsszavak:

mimézis, építészet

1. A mimézis, mint fogalom meghatározása

A mimézis görög eredetű kifejezés (latinul imitatio) elsődleges jelentése „utánzás”. A valóság külső és belső formáinak, tulajdonságainak utánzását jelölő fogalom az ókori görög filozófiában és

esztétikában. Esztétikailag legteljesebb kifejtését Platónnál és Arisztotelésznél találjuk, akik elfogadták Szókratész elméletét, miszerint a művészet a „látható világ tükre”. [1] Azonban mindketten eltérő jelentést adtak neki. *Platón* a művészetet a külvilág passzív és hű másolásának látta. Radikális, kompromisszummentes utánzás–felfogást birtokolt, ugyanis nem fogadta el a valóságot utánozó művészetet és mindenfajta mimetikus költészetet kitiltott államából. *Arisztotelész* ennél liberálisabb, mérsékeltebb felfogással rendelkezett. A mimézis elven nem a dolgok másolását értette, épp ellenkezőleg, a dolgok lényegének visszaadását. Azt mondhatjuk, hogy évezredek keresztül egyes teoretikusok védték az utánzás elvét, mások pedig elvetették. Azok vetették el, akik ragaszkodtak a platonikus utánzás–felfogáshoz és azok álltak mellé, akik az arisztotelianus felfogást vallották.

2. Építészet: mimetikus vagy poétikus művészet?

A mimetikus művészetek alapja az a gondolat, hogy az ember nem képes tökéletesebbet alkotni, mint a természet, csak másolhatja azt. Közé tartozik a festészet, a szobrászat, a tánc, a dráma. A poétikus művészetek alapja viszont az a gondolat, hogy a szellemnek vannak olyan alkotásai, amelyek a természettől és az élettől egyébként idegenek. Világosan láthatók a zenében, az építőművészetben, az ornamentikában, ezen túlmenően a költészetben és a képzőművészetben, amennyiben olyan dolgokat mutatnak meg, amelyeket az avatatlan szem nem lát az életben. [2] A témavázlatban feltett kérdésre a válasz az, hogy az építészetben is van mimézis, miközben poétikus művészet is. Az építészet a két alapgondolat egysége. A mimézis értelmezése viszont korszakonként változik és mindig mást jelent.

3. Az építészet, mint mimetikus művészet

Az építészeti alkotás vonzerejének egyik titka talán abban van, hogy megállítja és kimerevíti a mindenkori jelen eltűnő pillanatát, az épületen megállítja az időt. A mimetikus művek a vizuális nyelv folyamatos jelenidejében léteznek, az idők végezetéig. A mimézis talán nem más a művészek kezében, mint az elmúlás elleni harc egyik eszköze? Arisztotelész a ház geneziséét úgy magyarázta, hogy az építész ez esetben valami olyasmit hoz létre, amit a természet éppen így hozna világra. [3] Házakat látunk, melyek homlokzatai hatalmas maszkoknak látszanak, a portáljai garatnak, ablakai pedig szemeknek, alaprajzaikban az ideális emberi test harmonikus méretei rajzolódnak ki. A metaforikus kifejezésmód Arisztotelész definíciója szerint azon képességen alapul, hogy hasonlóságot látunk a nem hasonlóban. Az építészeti fogalomtár nagyon gazdag effajta megfelelésekben. Gondoljunk csak az épület LÁBazatára, a HOMLOKzatra, a BORDÁzatra vagy a REDŐkre. Ezek az elnevezések az emberi test és a házak testszerűségének mélyen gyökerező hasonlatosságára utalnak. [4]

4. A reneszánsz miméziselmélet, mely fordulópont az építészeti mimézis szempontjából

A reneszánsz azért számít fordulópontnak az építészeti mimézis szempontjából, mert gondolkodói azt emelték ki, hogy nem minden utánzás szolgálja a művészetet, hanem csak az, ami „jó”, „művészi”, „szép”, „imaginatív”. [5]

4.1. A világ mögött meghúzódó rejtett matematikai rend

A mimézis ábrázolni tud, de teremteni nem, ezért számára elengedhetetlen valamilyen modell. Rájöttek, hogy a matematika segíthet megérteni az emberi és isteni természet közötti kapcsolatot. Az „isteni rend” olyan aspektusból tekinthető mimézisnek, hogy a természetben előforduló számos mintát is leír. Az aranyspirál jelenik meg számos kagylóban és néhány állat szarvformájában is. Az alma magházában isteni arányú szakaszokból álló pentagramma látható.

4.2. Az emberi arányok vizsgálata

Az emberi arány maga az ember mimézise. Az emberi arányok utánzásának segítségével az épületet emberiesíteni lehet. Ahogy az emberi test tagjai, az egész alaknak felelnek meg, úgy az épület tagjai is szintén megfelelnek méretükkel az egész műnek.

4.3. Mimézis, mint az épületek másolása

A reneszánsz utánozza a görögöket, a reneszánszt utánozza az angol klasszicizmus. A palladianizmus, a klasszicizmus is a görögöket utánozza. Az eklektika és romantika már minden stílust megenged utánozni (román, gótika). A posztmodern, mint XX. századi eklektika, minden stílust utánoz. Napjaink modernizmusa a 20-as évekből klasszikus modernt utánozza.

5. Mimézis napjaink építészetében

A reneszánsz fordulópontja óta, ahol a természetet különbözőképpen ítélték meg, napjainkban visszatértek azokhoz az elvekhez, mely szerint csak a „jó” utánzás szolgálja a művészetet. A természetet ma a rend és a káosz, a mintakövetés és a véletlenszerűség, az egyszerűség és az összetettség keverékének tekintik.

5.1. Számítógépes, kibernetikus építészet

A jelenkor építészei – a természeti formák mögött rejlő matematika, a nem-lineáris geometria és a komputeres modellezés mélyreható tanulmányozásával – felfedezhetik a görbékre támaszkodó organikus építészet izgalmas és kevésbé ismert világát. A kibernetika abból a szempontból tekinthető mimézisnek, hogy az agyban lejátszódó folyamatok törvényszerűségének valamint az élő szervezetnek gépi utánzása.

5.2. Antropomorf építészet

A természet alkotta görbéket visszahívták az építészetbe, ezáltal újraélesztették azt az elképzelést, mely szerint az épületek archetipikus formákat is tükrözhetnek azáltal, hogy egyszerű kockalakódobozok lennének. Az élő szervezetben is megfigyelhető formadinamikát utánozták. Nem volt ritka az emberi archoz hasonló épület sem. Az antropomorf építészeti szemlélet olyan értelemben tekinthető mimetikusnak, hogy az épület egész szerkezetében, térrendszerében az élő szervezetéhez hasonló egységként fogható fel. A természet formálási módját utánozza.

5.3. Előző korok utánzása (posztmodern) építészet

Az építészet a posztmodern korában felkarolja a valamennyi eddig létező stílust. A stílusok közt szabadon kirándulhatunk a történelemben, alkalmazhatjuk valamennyi kor eredményeit. A posztmodern stílus azért tekinthető mimézisnek, mert utánoz, mégpedig a régi korok stílusát utánozza, miközben a helyi hagyományokat dolgozza fel és játékosan felülírja a modern építészet formajegyeit.

6. Konklúzió

A források olvasása közben egyre jobban megértettem, mit is jelenthet *utánozni* az építészetben. Véleményem szerint a mimézis során az utánzat egy másik természetet kap és sajátossá válik. Nem szerencsés pusztán lemásolni, szolgálai követni a természetet, hiszen másolni gondolkodás nélkül is lehet. Aki valamilyen minta szerint dolgozik, közben észre sem veszi, maga sem tudja, hogy nem is dolgozik. Nagyon alkotni csak előzetes elméleti munkásság után lehetséges, így lesz egyedi az épület és nem egy másolat.

Irodalomjegyzék

- [1] *Mimézis*. In: Világosság. 1968. 9. évf. 2. sz.
- [2] Peter Kunzmann, Franz-Peter Burkard, Franz Wiedmann: *SH Atlasz. Filozófia*, Springer Hungarica Kiadó, 1993.
- [3] Hans Blumenberg: „A természet utánzása” a teremtő ember eszméjének előtörténetéhez. In: *Studium Generale*.
- [4] Zoltai Dénes: *Az esztétika rövid története*, Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [5] Jan Pieper: *Hasonlóságok. Az építészet mimézisei és metamorfózisai*. In: Post Scriptum: Utóirat. 2009/3. IX.évf. 50. Jubileumi szám

Nagy Marianna, építészmérnök Bsc hallgató

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építészmérnök Tanszék

Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető út 2-4.

Telefon: +36-52-415-155

E-mail: marianna.nmariann.nagy@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÖNYÖKSAJTOLÁS VÉGESELEMES MODELLEZÉSE

NAGY Pál, GONDA Viktor

Abstract

In this paper, I present a simulation of Equal Channel Angular Pressing (ECAP) process with MARC Student Edition, which is a FEM (Finite Element Method) program. In the first part, an overview is given about the ultrafine-grained and nanograined materials theory, followed by the specific technologies, which can produce these materials. In the second part of the paper, I present the process of setting up an ECAP simulation in the FEM program MARC, step by step. It will be a planar simulation, with a 90° angle of intersection of the two channels. Finally, the results are evaluated, for example: deformation field described by the equivalent strain.

Key words:

ECAP, finite element method, ultrafine-grain structure

Összefoglalás

A dolgozat témája a könyöksajtolás végeselemes módszerekkel való vizsgálata. A könyöksajtolás (angolul ECAP) eljárás legfőbb jellemzői a csatornaszög és a könyökszög, amelyek nagyban meghatározzák az alakváltozást és ezáltal a tulajdonságváltozás mértékét. A dolgozat második felében bemutatjuk a végeselemes modellezéssel megvalósított síkbeli könyöksajtolás-modellt, 90° -os csatornaszöggel rendelkező sajtolószerkezettel. Ennek során a létrehozott szimuláció segítségével kiértékelhetjük a nyírási sík helyzetét, az adott fém igénybevételeit, valamint az anyagban létrejövő feszültségeket.

Kulcsszavak:

Könyöksajtolás, végeselemes modellezés, ultra-finomszemcsés szerkezet

1. Bevezetés

A nano- és ultra-finomszemcsés anyagok rendkívül kedvező mechanikai anyagtulajdonságokkal rendelkeznek, ami a nagy szilárdságban és viszonylag nagy szívósságban jelenik meg. Rendkívül kis szemcseméretet intenzív képlékenyalakítással (Severe Plastic Deformation) tudjuk elérni tömbi anyagoknál. Ezeknek az eljárásoknak a lényege, hogy az anyag kezdeti durvaszemcsés szerkezetét alakítással, jellemzően nyíró alakváltozás hatására finomszemcsés szerkezetűvé transzformáljuk [1].

Az alakítás mértékétől függően a szemcseszerkezet lehet ultrafinom- (~ 100 - 1000 nm) illetve nanoszemcsés (< 100 nm) [2]. Az ultra-finomszemcsés anyagokra jellemző a nagy kifáradási határ, forgácsolás utáni finom felület, szuperképlékeny alakíthatóság, nagy szilárdság, és nagy szívósság.

2. A könyöksajtolás technológiája

A legismertebb intenzív képlékenyalakító technológia a könyöksajtolás, angol nevén Equal Channel Angular Pressing (ECAP), a dolgozatban ez a módszer kerül bővebb kielemezésre. Az eljárás során hogy a munkadarabot két, egymással szöget (jelen esetben derékszöget) bezáró csatornán sajtoljuk keresztül, ezek keresztmetszete állandó [3]. A munkadarabot egy alakítóbélyeg segítségével sajtoljuk keresztül a matricán. A két csatorna találkozásánál a fő nyírási sík közelében alakul ki a deformációs zóna, melyben az alakváltozás nyíró jellegű. Ennek köszönhetően a teljes keresztmetszetében közel azonos feszültségek keletkeznek.

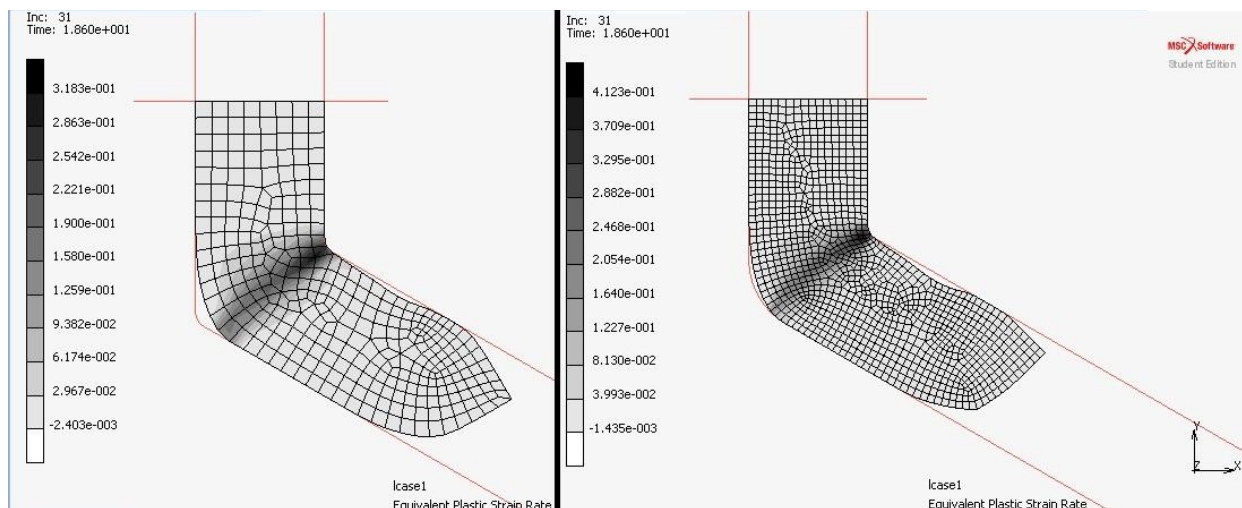
3. Végeselemes modell felépítése

A végeselem analízis segítségével az alakváltozási folyamatokat tudjuk számítógépes modellek segítségével számítani. A végeselemes modell elkészítése során a következő paramétereket definiáltuk: a csatorna mérete (a), a bemenő és kimenő csatorna hossza (l_0), a munkadarab hossza (l_e), a csatornaszög (Φ), valamint a Coulomb súrlódási tényező (μ). A könyökszög helyett a modellezésben direkt módon használható belső és külső lekerekítések definiáljuk (r_b , r_k).

4. Eredmények

Egy 90° -os csatornaszögű, és egy 120° -os csatornaszögű könyöksajtólást szimuláltunk le, mindkét esetben egy kisebb, és egy nagyobb könyökszöggel, így össze tudjuk vetni a teljes egyenértékű alakváltozás és az alakváltozási sebesség mértékét.

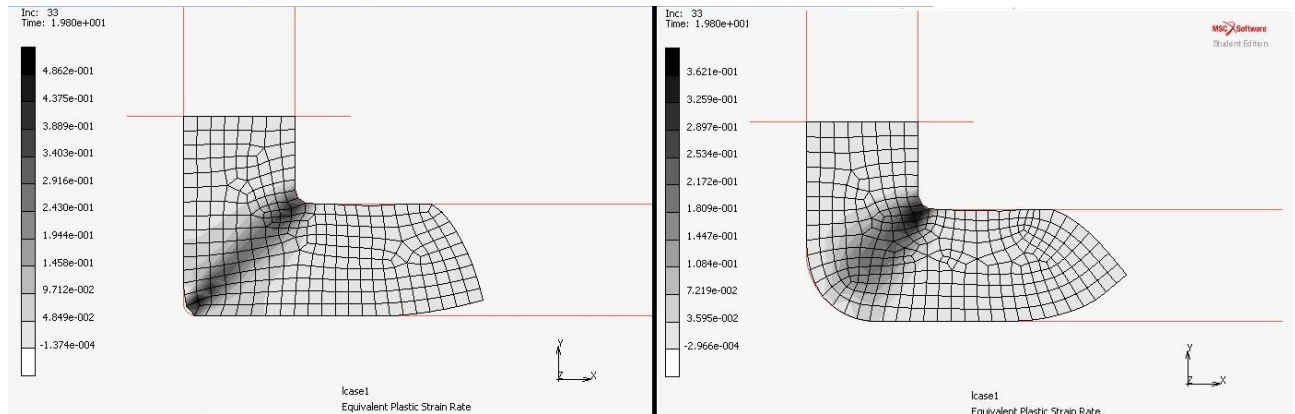
Az alakváltozás sebességének változása a 120° -os csatornaszögű sajtolószerszám esetén az 1. ábrán látható.



1.ábra: Alakváltozási sebesség 120° -os csatornaszögnél a/ kis könyökszög b/nagy könyökszög

Mindkét esetben közel azonosnak tűnik a deformációs zóna mérete, valamint a nagyobb könyökszögből adódóan a külső íven kisebb alakváltozási sebesség lép fel.

A 2. ábrán a 90°-os csatornaszögű sajtolószerszámon vizsgáljuk meg az alakváltozási sebesség alakulását, szintén két fajta könyökszöggel.



2.ábra: Alakváltozási sebesség 90°-os csatornaszögnél a/ kis könyökszög b/nagy könyökszög

A 90°-os csatornaszögű sajtolószerszám szimulációján már markánsabban látszik az elmélet igazolódása, azaz a minél kisebb könyökszög esetén koncentráltabb a deformációs zóna, ami sokkal jobban közelíti a fő nyírási síkot.

Az elkészült modellek alapján megállapítható, hogy nagy könyökszög esetén az egyenértékű alakváltozás mértéke nem egyenletes eloszlású az anyag keresztmetszetében.

5. Következtetések / Összefoglaló

A dolgozatban a könyöksajtolás síkbeli végeleemes modelljét készítettük el. Paraméteres procedure fájlt hoztunk létre, ahol a következő paraméterek változtathatók: a csatorna mérete (a), a csatornaszög (Φ), a könyökszög (Ψ), a munkadarab hossza (le), valamint a Coulomb súrlódási tényező (μ). A könyökszöget közvetett úton, a külső lekerekítési sugár megadásával lehet megadni.

Az átsajtolás szimulációját lefuttattam a következő esetekre: $a = 8 \text{ mm}$, $le = 80 \text{ mm}$, $\mu = 0$,

1. $\Phi = 90^\circ$, $\Psi = 0^\circ$

2. $\Phi = 90^\circ$, $\Psi \approx 30^\circ$

3. $\Phi = 120^\circ$, $\Psi = 0^\circ$

4. $\Phi = 120^\circ$, $\Psi \approx 30^\circ$

Az alakváltozási mező homogenitása a legjobb az 1. és 3. esetekben volt, a kis lekerekítésnél. A lekerekítési sugár (könyökszög) növelésével a külső íven kisebb mértékű alakváltozást lehet elérni. A legnagyobb alakváltozás a 90°-os csatornaszögnél érhető el.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Fodor Árpád: AlMgSi1 ötvözet intenzív képlékenyalakítása, PhD értekezés, Budapest, 2003
- [2] Dr. Gonda Viktor, Dr. Verő Balázs, Valenta László: Ultrafinom és nanoszerkezetű tömbi anyagok szemcseszerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat, továbbá a domináns hatásmechanizmusok kutatása, Dunaújvárosi Főiskola, 2012
- [3] Krállics György: Intenzív képlékeny alakítással előállított ultra-finomszemcsés anyagok, Budapest, 2004

Nagy Pál, hallgató

Dr. Gonda Viktor, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.

Telefon / Fax: +36-1-666-5300/+36-1-666-5423

E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

WANKEL MOTOR FELÉPÍTÉSE, MAZDA RENESIS VIZSGÁLATA

NÉMETH Ferenc László

Abstract

This paper is presenting the structural build of wankel engine and the processes occurring in it. These are by a small margin different, than the ones in it is traditional relative, therefore these engines require a different handling. The main goal beyond providing a general look on the structural build is answering the question on operating an engine such as this. The quality of utilization heavily depends on the construction, also requires a different kind of treatment, than a traditional engine.

Key words: Structure, Advantages - Disadvantages, Renesis, Operation

Összefoglalás

A dolgozat a wankel motor szerkezeti felépítését mutatja be, a benne lejátszódó folyamatokkal, melyek némi eltérése miatt egy ilyen motor teljesen más kezelést igényel, mint löketdugattyús rokona. A fő célkitűzés a szerkezet általános ismertetésén túl, egy ilyen motor üzemeltetésénél felmerülő kérdések tisztázása, hiszen a konstrukció fokozottan érzékeny a felhasználás minőségére, ill. más bánásmódot követel, mint egy hagyományos motor.

Kulcsszavak: Szerkezeti felépítés, Előnyök – Hátrányok, Renesis, Üzemeltetés

Bevezetés

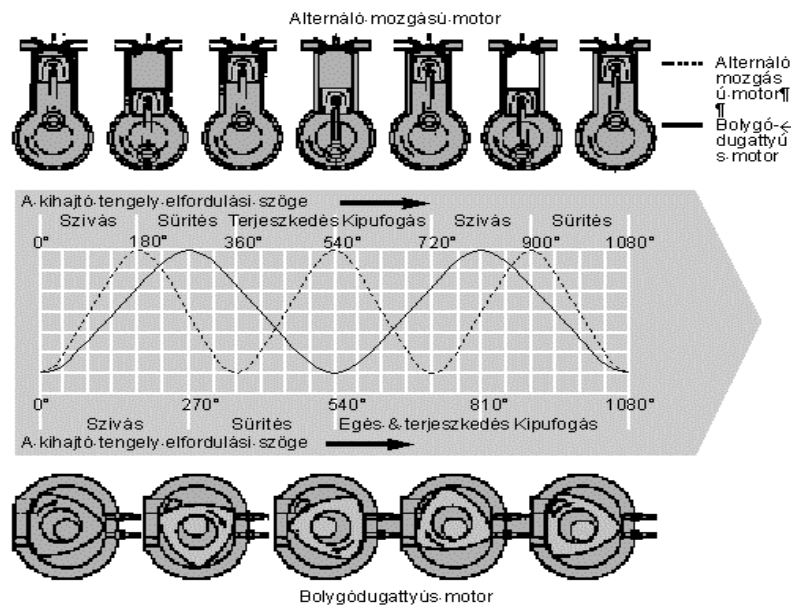
A rövid terjedelembre való tekintettel a dolgozat csupán vázlatosan ismerteti a wankel motor fő jellegzetességeit, ill. említ egy gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémát.

Működése és felépítése

A szerkezet fő jellegzetessége az ívelt háromszög alakú bolygódugattyú, más néven rotor, amely három részre osztja a ház térfogatát. A rotorban rögzített belső fogazású fogaskerék kapcsolódik a külső fogazású álló fogaskerékhez, melyet a házon rögzítenek. Működése közben a rotor epitrochoid ívet jár be, ami definiálja a ház belső alakját. A rotor e távolsággal excentrikusan mozog a ház középpontja körül, ezt az excenter tengely teszi lehetővé, amely a hagyományos motorok főtengelyének felel meg. A rotor által leírt görbe nem teljesen egyezik meg a ház ívszakaszaival, előbbi minimálisan kijebb helyezkedik el, ennek köszönhetően a csúcstömítések előnyösebben végzik a feladatukat. Az ívek közötti távolság megegyezik a csúcstömítések legömbölyítési sugarával.

A rotor által végzett összetett mozgás miatt folyton változik a kamrák térfogata, így megvalósítva a szívási, sűrítési, terjeszkedési, ill. kipufogási ütemet. Termodinamikai szempontból működési módja a négyütemű otto motorokéval megegyező elven alapul. A

töltetcsere folyamatát maga a rotor vezérli mozgása közben, így számos alkatrész feleslegessé válik, kevesebb a mechanikai veszteség és a zajhatás, ill. tömege és kiterjedése kisebb. Nyomatékleadása úgy történik, hogy a rotor középvonalán ható erő az excenter tengelyt e excentricitással éri, így alakul ki a forgómozgás. Egytárcsás motor esetén minden excenter tengely fordulatra egy munkakütem jut, mivel a rotor egy teljes fordulatára három excenter fordul, és három munkakütem esik, ami egy kéthengeres négyütemű motorhoz hasonlítható. A gyakoribb munkakütemek laposabb, az ideálishoz jobban közelítő nyomatéki görbét eredményeznek, mint az alternáló mozgást végző hagyományos motorok esetében.



1.ábra. Az ábrán jól látható a különbség a löket- és a bolygódugattyús motorok között. Mivel a wankel motor esetében a rotor csak egyet fordul, míg az excenter tengely hármat, így azonos fordulatszám esetén több idő áll rendelkezésre egy ütem számára, mint a hagyományos motorokban

Szerkezetéből adódó sajátosságok

Bolygódugattyúk esetében tömítést igényelnek a rotor oldalai és élei, az oldal irányú tömítésekkel kezdetben sem volt sok gond, ám az éltömítésekkel annál inkább. Az oldaltömítéseket megoldották a hagyományos motorok dugattyúgyűrűinek anyagából készített tömítő szalagokkal, amelyeket rugókkal szorítottak a kamra oldalfalához, hogy megakadályozzák az égéstér gázainak oldalirányban történő távozását. Az éltömítéseknel a problémát a tapadási vibráció okozta, amely rongálta a sima kamrafelületet, ezt mára különböző módszerekkel sikerült kiküszöbölni (pl: tömegcsökkentés, helyes anyag választás). Ezeket 2003-tól különleges geometriájú, minimális karbon tartalmú öntöttvasból készítik.

Kenést igénylő alkatrészek az excenter tengely és a dugattyú siklócsapágái, a vezető fogaskerekek és a tömítések. A bolygódugattyús motorok sokat emlegetett fokozott olajfogyasztásának oka, hogy a trochoid futópályára került olajat nem lehet visszanyerni, és hogy az oldaltárcsák is igényelnek kenést (így nagyobb felületnek kell kenést kapnia, mint

egy hagyományos motorban). Élettartam szempontjából ennél a konstrukciónál különösen fontos a megfelelő kenés és az olaj viszkozitásának megválasztása.

Működési elvéből fakadóan a bolygódugattyús motorok hőterhelése nagy, a probléma ott van, hogy ennek a terhelésnek az eloszlása teljesen aszimmetrikus, ill. egyenetlen. A munkaterek töltete a bolygódugattyúval együtt mozog, ezért a kamratér egyes részei csak a hideg keverékkel, míg más részei csak az égés során képződő forró gázokkal érintkeznek. Az eltérő hőtágulási övezetek miatt a vetemedés veszélye jelentős, ezt a Mazda például úgy kezeli, hogy a motorblokkban kialakított vízköpeny egyrészt aszimmetrikus, másrészt az égéstér oldalán vezetik be és a szívó oldalon vezetik ki a hűtővizet.

Az égésteret meghatározza a kamra fala, a rotor oldala, ill. a rotorban kialakított sűrítési mélyedés, mely kezdetben szimmetrikus volt, később változtattak rajta, így növelve a lángfront terjedésének sebességét. A nagyobb üzembiztonság és a gyorsabb, jobb hatásfokú égés érdekében két gyújtógyertyát kezdtek el használni, ahol az alsó a vezérgyertya, ami először adja a szikrát. Ilyenkor a nagy sebességű gázok miatt a lángfront csak lefelé terjed, ezért van a felső gyertya, ami ilyenkor képes begyűjtani a felső keverék részt, így az égés gyorsabban lejátszódhat, kedvezőbb rotor helyzet mellett. Összehasonlításképpen az égési idő hosszabb, mint egy hagyományos motorban, ami egyszerre előnyös és hátrányos tulajdonsága a szerkezetnek. Előnyös, mert az égés lágyabb, rezgésviszonyai sokkal finomabbak, halkabb járású a motor. További előnye, hogy az égéstér alakja miatt kopogásos égésre nem hajlamos a konstrukció. Azonban jelentős problémája, hogy a termikus hatásfoka rosszabb mivel az égés nyújtottabban megy végbe, nem a legjobb ütemben adja át az energiát a rotornak. Ebből az következik, hogy fajlagostüzelőanyag-fogyasztása magasabb lesz, mint vetélytársának. A nagyfelületű kamrafalból adódik egy másik probléma is. A sűrítési ütem végnyomása nem éri el az alternáló dugattyús motorokban mérhető értéket, mivel hosszabb az égés és a nagyobb égéstér felületének nagyobb a hőelvonó képessége is, így a sűrített keverék mechanikai energiája kisebb lesz. Töltetcsereje lehet periférikus, amikor a trochoid házon helyezik el a portokat, vagy oldalfalon elhelyezkedő, ekkor a szívó és kipufogó nyílások összenyitása megelőzhető.

Mazda Rx8 erőforrása

Wankel motorok terén legnagyobb tapasztalati tudással a Mazda mérnökei rendelkeznek, hiszen a konstrukciónak nagy hagyományai vannak náluk. A Renesis egy kéttárcsás szívómotor, vízhűtéssel, egy kamrájának térfogata 645 cm^3 . Két kamrájának térfogata egy 2616 cm^3 ürtartalmú hagyományos motorral egyenértékű.

A legszembetűnőbb és leghasznosabb módosítás a kipufogónyílások oldalt való elhelyezése a korábban használt periférikus helyett, ezzel teljes mértékben megszűnt a szívó és kipufogó nyílások összenyitása. A régebbi változatokban alacsonyabb fordulatszámokon az összenyitás instabil töltést okozott, amit dúsabb keverékkel lehetett kompenzálni, így természetesen magasabb volt a tüzelőanyag felhasználás. Ez a hatás megszűnt az oldalt való elhelyezéssel, így a fogyasztás csökkent, továbbá növekedett a termikus hatásfok és csökkent a HC kibocsátás. Az elhelyezést érheti az a vád, hogy nagyobbak az áramlási veszteségek, ami igaz, hiszen a gázoknak irányt kell váltaniuk távozáskor, ám ezt a hatást felülmúlja a nyílás méretbeli különbsége, ill. kevesebb a termikus veszteség. Az égéstermékek kiáramlása kevésbé pulzáló jellegű, sokkal egyenletesebb, ezáltal kevesebb kipufogó gáz ragad a kamrában. A változtatás eredő hatása tehát pozitív. Kompressziója 10,0:1, míg

kompresszió végnyomása 830 kPa. A kompresszió növelésével, ill. kettős falú kipufogó leömlők használatával csökkent a károsanyag emisszió, mivel hidegindítás esetén így hamarabb felmelegszik a katalizátor, ez által csökken az üzemi hőmérsékletig eltelt idő.

Az RX7-ben alkalmazott elődjéhez képest élettartama, fogyasztása, üzembiztossága sokat javult.

Szerviz tapasztalatok

Ezt a motortípust sokkal inkább komplex egységként kell kezelni, hiszen akár egy tényező hibája is rengeteget jelenthet futásteljesítményt tekintve. Ezt jól mutatja az I. generációs Renesis motorok nem minden fordulatszám tartományban elegendő olajnyomása, mivel az így jelentkező erősebb kopások és lerakódások lerövidítik a motor élettartamát. Az olajadagoló fúvókák az excenter tengelyen és a trochoid házra nyomás hatására oldódnak, így alacsonyabb nyomás mellett csak részben nyílnak ki, ezáltal a rotor hűtése, és a siklócsapágyak kenése nem lesz megfelelő. Ez a probléma főleg hidegindításkor jelentkezik, ill. amikor a gyorsítás okozta kezdeti nyomásugrást követően huzamos ideig állandó fordulatszámon működik a motor. Az elégtelen olajnyomás miatt az excenter tengely siklócsapágyai rendellenes kopásnak indulhatnak, így a rotor vezetése romlik, az éltömítések és a trochoid ház élettartama tehát jelentősen rövidülhet.

Némi átalakítással a probléma kiküszöbölhető, amit maga a gyár is megtett a II. generációs motorjánál, ezzel alátámasztva a szervizben tapasztaltakat, hiszen minimális egyéb változtatások mellett növelte majd kétszeresére a referencia olajnyomás értékét.

Az ilyen típusú motorok idő előtti tönkre menetéhez egyaránt hozzájárul a motor komplikált jellegéből fakadó problémák jelentkezése és a nem megfelelő üzemeltetési körülmények, amik a tulajdonosok rosszul tájékozottságának tudható be.

Összefoglaló

Összefoglalásként nyugodtan leszögezhetjük, hogy a konstrukció számos hátrányos tulajdonsága mellett, legalább ugyanennyi hasznos jellemzővel rendelkezik. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a löketdugattyús motorokra szánt pénz és idő mellett eltörpülnek a wankel motorokra szánt befektetések. Sok autógyár bukott bele a fejlesztésébe, egyedül a Mazda tudta sokáig életben tartani. A kezdeti tömítési, fogyasztási, élettartami problémák rányomták bélyegüket a motorra, ám számos hátrányos tulajdonsága mellett jelentős megosztó erővel bír.

Irodalom

[1] Hörömpöly Imre - *Különleges Autómotorok* - Műszaki Könyvkiadó 1981.; ISBN:963 10

[2] *1.ábra.* - <http://www.99-04.azauto.hu/a2-web03-10/wankel/menett.htm>

Németh Ferenc László, egyetemi hallgató

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar, Mechatronikai és Autótechnikai Intézet

Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 06 1 666-5300 / 666-5423

E-mail: nemethferenc@gmail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CLOOS ROBOTTAL TÖRTÉNŐ MAG-HEGESZTÉS ELJÁRÁSVÁLTOZATAI ÁLLAPOTFELÜGYELET TERVEZÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE

ORBÁN Ede Gyula, TAMÁSI Szilveszter

Abstract

The main objective of our article is to evaluate and compare measurements obtained when making built-up sequences with several active gas-shielded metal-arc welding processes. For each of these welding methods, we changed the dynamics and arc length correction parameters. During the welding we analyzed the thermal changes with thermal imaging camera and used Vickers micro hardness test. We examined the thermal image and the hardness distribution correlation. This analysis will aid the design of condition monitoring of gas-shielded metal-arc welding processes.

Keywords: robotized MAG-welding, arclenght-adjustment, technological parameters, microhardness, thermal camera

Összefoglalás

A cikk fő témája a CLOOS hegesztőrobotokkal - különböző aktív védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés eljárásokkal - készített hernyóvarratok mért adatainak kiértékelése és összehasonlítása a változtatott paraméterek függvényében. Az eljárásváltozatokon belül az MSG Normal esetében a dinamikát, míg a Speed és Vari Weld beállításoknál az ívhossz korrekciót változtattuk. A hegesztés során keletkező hőhatásokat hőkamerával készített vizuális képanyaggal, illetve Vickers mikrokeménység eljárással ellenőriztük. A hőkép és a keménység eloszlás korrelációját vizsgáljuk. Ezen vizsgálatokkal próbáljuk megalapozni, előkészíteni a védőgázos fogyóelektródás ívhegesztési eljárások állapotfelügyelet tervezését.

Kulcsszavak: robotosított MAG-hegesztés, ívhossz-korrekció, technológiai paraméterek, mikrokeménység, hőkamera

1. A kísérleti munka szempontjából fontos eljárásváltozatok

Az aktív védőgázos fogyóelektródás ívhegesztésnél különböző eljárásváltozatok terjedtek el a gyakorlatban. Ezek legfontosabb megkülönböztetői a különböző ívtípusok és az általunk megvalósított (elektródából a varratba irányuló) anyagátviteli módok. Tipikus változatai: rövidzárlatos ív, átmeneti hosszú ív, impulzus ív, permetes ív, szóró ív. A CLOOS hegesztéstechnikai cég saját szabadalmaztatott és alkalmazásra javasolt eljárásváltozatokat biztosít a termékeiket használóknak. A kísérlet folyamán ezek közül négy szabadalmaztatott eljárást alkalmaztunk: MSG Normal, Speed Weld, Vari Weld, Duo Pulse.

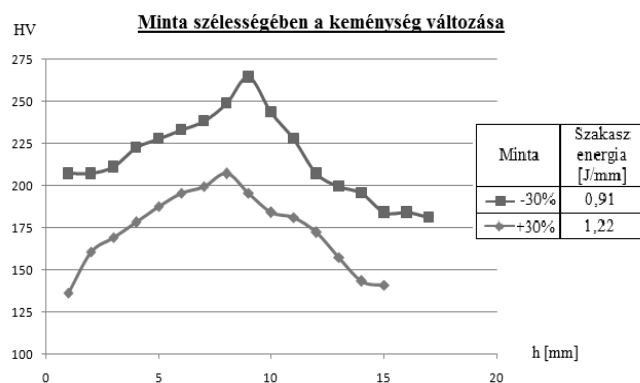
2. Robotosított MAG-hegesztés eljárásváltozatainak vizsgálata

Próbahegesztéseket a CLOOS hegesztéstechnikai cég által biztosított Qirox QRC 350 típusú hegesztőrobottal készítettünk. A hegesztett anyagminőség jele: E295 (MSZEN10025-98).

Zwick 3212 típusú mikrokeménységmérő géppel vizsgáltuk a hegesztési varratok kereszt- és vastagságirányú keménységeloszlását. A keménységmérést 1,2 kg terheléssel, 20:1 arányú nagyítás mellett végeztük. A hőkamerás egy Bosch VOT-320V013H Thermal IP típusú kamerával készítettünk.

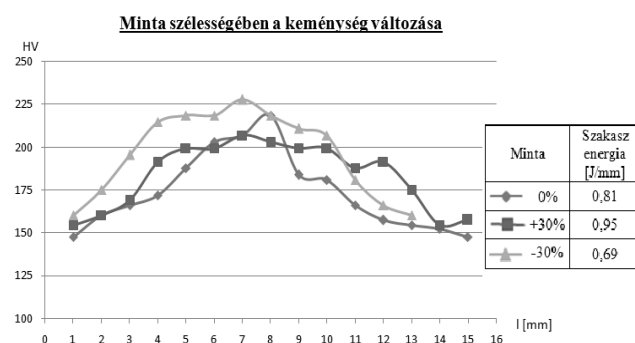
A próbahegesztések során az MSG Normal, a Speed Weld, a Wari Weld illetve a Duo Pulse eljárásváltozatok különböző beállításait alkalmazva készítettünk hernyóvarratokat. Az eljárásváltozatokon belül az MSG Normal-nál a dinamikát, míg a Speed Weld-nél illetve a Wari Weld-nél az ívhossz korrekciós paramétereket változtattuk. A Duo Pulse eljárásváltozatoknál a paraméterek változtatási frekvenciáját állandó értéken - 2,5 Hz-en - tartottuk.

MSG Normal (Metall Schutz Gas - Normal)



1. ábra MSG Normal eljárásváltozattal készült varrat keresztirányú keménységeloszlása két különböző fajlagos hőbevitel esetén

Speed Weld



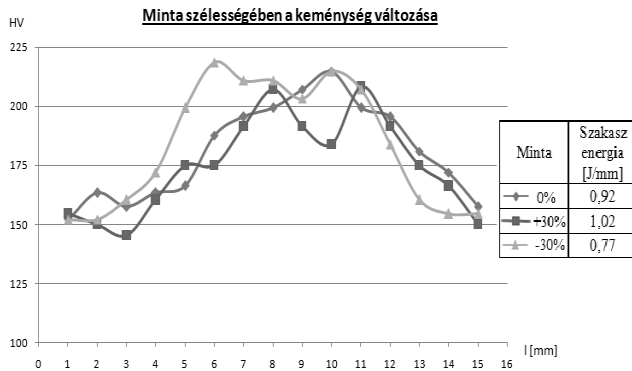
2. ábra Speed Weld eljárásváltozattal készült varrat szélességirányú keménységeloszlása három különböző fajlagos hőbevitel esetén

Az MSG normál eljárásváltozat alkalmazásánál csak a dinamikát változtattuk -30 ill. +30% mértékben. Az +30%-os hegesztésnél nagyobb volt a teljesítmény, így nagyobb volt a fajlagos hőbevitel (szakaszenergia). A hegesztett munkadarab adott idő alatt jobban felmelegedett, ennek következtében kisebb volt a hőelvonó képessége, mint az -30%-os mintadarab hegesztésénél. Ezáltal a keménységeloszlás lefutása alacsonyabb szintű.

A Speed Weld eljárásváltozatnál az alapállapotot (0%) és az ívhossz korrekció (-30% / +30%) változtatásával hegesztett munkadarabokat elemeztük. A diagramról leolvasható, hogy a +30%-os ívhossz korrekció beállítással hegesztett próbadarab keménysége vette fel a legnagyobb értéket. Ennél a beállításnál rövidebb ív keletkezik, mint az alapbeállításnál.

Vari Weld

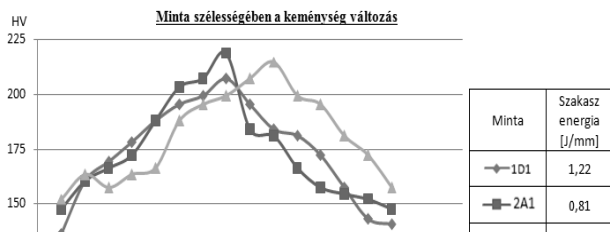
A **Vari Weld** eljárásváltozatnál a Speed Weld-el megegyező beállításokkal dolgoztunk. Az alapeset és a -30% ívhossz korrekciós hegesztésnél a keménység közel azonos. Míg a +30%-os beállításnál, a fókuszált hőbevitel miatt megmaradt a munkadarab jobb hőelvonó képessége, így magasabb keménységcsúcsok jöttek létre. A varrat középvonala közelében keményedett az anyag jelentősen, és távolodva 4-5 mm után beáll a kb. 150 HV



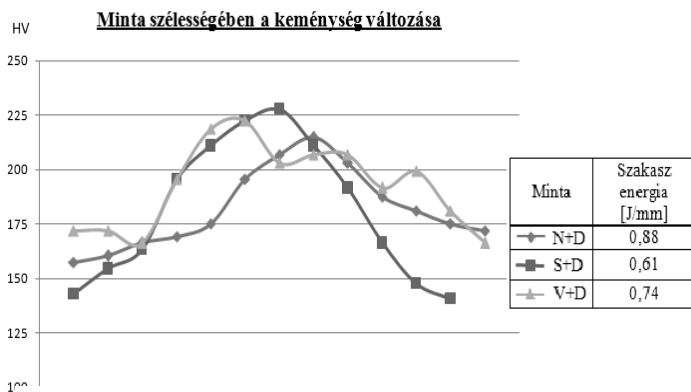
3. ábra Vari Weld eljárásváltozattal készült varrat szélességirányú keménységeloszlása három különböző fajlagos hőbevitel esetén

3. MSG Normal, Speed Weld, Vari Weld összehasonlító vizsgálata

A három eljárás összehasonlításánál a keménységek a varratkorona csúcsában közel megegyező értékeket vettek föl a különböző munkadaraboknál. A Speed Veld (2A1) eljárással hegesztett munkadarab magasabb keménység értékeket vett fel, és a varrat középvonal végén is még magasabb értékeket mértünk, mint a Vari Weld (3A1) eljárásnál. Ezen két eljárásváltozatoknál a beállított paraméterek azonosak voltak (az ívhossz korrekciót alapállapotban hagytuk).



4. ábra Különböző eljárásváltozatokkal készült varratok mélységirányú keménységeloszlása három különböző fajlagos hőbevitel esetén



5. ábra Duo Pulse-zal kombinált eljárásváltozatokkal készült varrat szélességirányú keménységeloszlása három különböző fajlagos hőbevitel esetén

Összefoglalás

A bemutatott keménységmérési adatok és hegesztés közben készített hőkamerás felvételek egymáshoz rendelése lehetőséget teremthet arra, hogy összeálljon egy olyan adatbázis, amelyből - a hegesztési folyamat közben regisztrált hőkép ismeretében - becsülhetők a várható keménységeloszlások, ill. az esetleges hegeszthetőségi (pl. túlzott keménység növekedési) problémák, egy-egy konkrét eljárásváltozat esetében.

Kísérleteinkhez egyelőre csak egyféle – hegeszthetőségi szempontból kevésbé problémás – anyagminőség állt rendelkezésre. Ezért az eljárásváltozatokat tudtuk variálni. Természetesen az elvégzett kísérletek még csak a kezdeti lépései, előkísérletei az állapotfelügyelet tervezhetőségének.

Kísérleteink a gyakorlatban közvetlenül is alkalmazhatóak, hiszen az eljárásváltozatok közül kiválaszthatjuk, melyik alkalmazott beállításnál érhető el a legkedvezőbb keménységeloszlás.

Irodalom

- [1] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I. – Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN 978-606-8178-04-2)
- [2] Bagyinszki Gyula - Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II. – Berendezések és mérések*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN 978-606-8178-04-2)
- [3] CLOOS és más cégektől származó prospektusok (2012)

Tamási Szilveszter, Orbán Ede Gyula (gépészmérnök hallgatók)

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8

E-mail: spideke@gmail.com; o.ede22@gmail.com

Telefon: 06 1/666-5300

Fax: 06 1/666-5423



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KERESZTÉNY ZARÁNDOKLATOK ÉS ÉPÍTÉSZETI SZÜKSÉGLETEI

ORBÁN György

Abstract

This paper present the background of the formation of the catholic pilgrimage and the architectural necessities in the case of medieval pilgrimage. The considerations about the pilgrim's hostels can be used as argument in the use and reuse of the roman catholic build heritage in special in the case of monasteries. A possible field of application of the conclusions are the use of the Franciscan monastery in Cluj, situated on the pilgrims road Way of Maria, where it is possible to develop a pilgrim's hostel.

Key words:

Architecture, pilgrimage, functional analysis

Összefoglalás

A dolgozat a keresztény zarándoklatok kialakulását röviden ismerteti és kiemeli ezek alapvető építészeti szükségleteit, a középkori zarándoklatok esetében. A zarándokszállásokkal kapcsolatos következtetések érvként szolgálhatnak a római katolikus egyház ingatlanjainak hasznosításában, főként kolostorok esetében. Egy lehetséges alkalmazási területe a következtetéseknek, a kolozsvári ferences Kolostor, ami a Mária Zarándokútvonalon helyezkedik el és ahol zarándokszállás is kialakítható.

Kulcsszavak:

Építészet, zarándoklat, funkcionális elemzés

1. Bevezetés

A zarándoklás szokása ősi tevékenység, minden bizonnyal egyidős a vallással, ami viszont oly régi akár az emberiség. Ahogy Elsner mondja az elsők közt dokumentált zarándoklatot a Mezopotámiai Lagas város ura Gudea végezte, aki elzarándokolt Nanshe szentéjébe nem messze Isin-től. A zarándoklatot egy csodás vers őrzi. Az ókorban számos típusú zarándoklat alakult ki, a hellén-római-egyiptomi kultúrkörben, melyek tovább élnek a későbbiekben is, beépülve a kereszténységbe. A zsidó vallás, melyben a kereszténység is gyökerezik, előírta a jeruzsálemi templomba való évenkénti zarándoklatot. Maraval kiemeli, hogy az apostolok viszonyulása se volt más, melyről az Apostolok Cselekedeteiben olvashatunk (ApCsel 3:1). Ennek ellenére a kezdeti keresztény közösség hellenista kultúrájú vonulata teljesen szellemi volt, elutasítva bármely szent hely, vagy tárgy tiszteletét így a zarándoklatot is. Ezt Jézus saját szavaival támasztották alá: "Hidd el nekem, asszony - mondta Jézus -, elérkezik az óra, amikor sem ezen a hegyen, sem Jeruzsálemben nem fogják imádni az Atyát. Ti azt

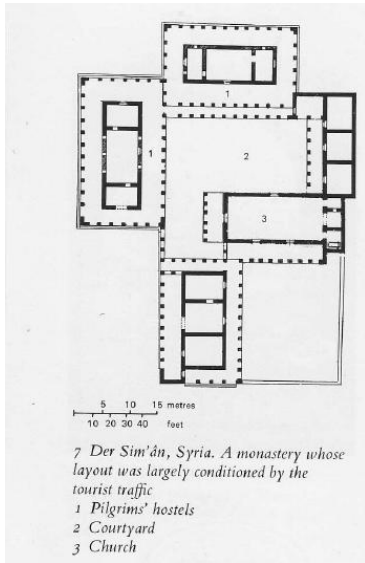
imádjátok, akit nem ismertek, mi azt, akit ismerünk, mert az üdvösség a zsidóktól ered. De elérkezik az óra, s már itt is van, amikor igazi imádói lélekben és igazságban imádják az Atyát. Mert az Atya ilyen imádókat akar. Az Isten lélek, ezért akik imádják, azoknak lélekben és igazságban kell imádniuk." (Jn.4:21-24). Azonban a korai keresztény közösségekben, főként a zsidó kultúrkörben, a zarándoklat hagyománya ennek ellenére fennmaradt. Márk a zsidó hagyományokból táplálkozó evangélista nyomán, a feltámadt Krisztus sírjánál megszólaló Angyal szavaira hivatkozva tették: „...Nézzétek, itt a hely ahová tették!” (Mk.16:6) A kegyes hagyomány, továbbélése és Jézus életének meghatározó helyszíneinek a felkeresése szolgált az biblikus zarándoklatok alapjául. Nagy Konstantin császár és anyja Heléna utasítására, a Niceai zsinat határozatai nyomán, Makarios Jeruzsálemi pátriárka, a fenti hagyományok alapján fellelte a Szent Sírt és a Szent Kereszt helyét, ahol templomot építettek. Ezt megelőzően, a keresztényüldözések idején, már formálódni kezdett az ereklyék és mártírok kultusza. A vértanúk, mártírok földi maradványait mindennél értékesebbnek tartották a keresztény közösségek és látványukban a hitért való teljes áldozatvállalást látták. A mártírok ereklyéihez való zarándoklásnak ezért a hit elmélyítése volt a célja a tanulságtétel példája alapján. A mártírok ereklyéihez, illetve a Szentföldre, Jézus életének állomásaihoz és az ott emelt szentélyekhez való zarándokolás a IV. századtól egyre elterjedtebbé vált

2. Épített infrastruktúra

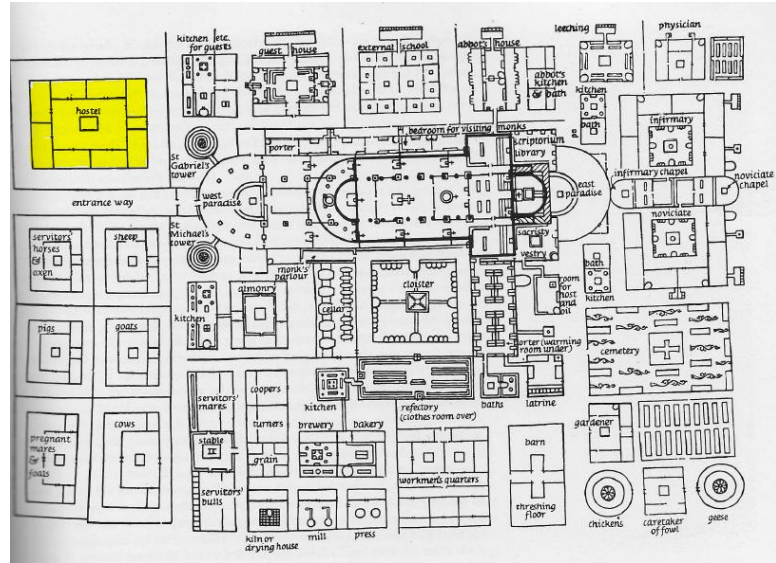
Stappford szerint ahhoz, hogy a zarándokok a céljukhoz elérkezessenek szükség volt egy igen komoly infrastruktúrára. Mindenek előtt szükségesek voltak maguk a szentélyek, de természetesen az „utak, hajók, hidak, zarándokszállások, kórházak, temetők, védett menedékhelyek” is elengedhetetlenek voltak. Ugyanúgy a számos szolgáltatásra is szükségük volt, mint élelmezés, víz, emléktárgyak, ruházat és védelem. Ezek biztosítása egy jelentős anyagi háttérrel is feltételezett. Nagyobb létszámú zarándok esetén a nagy távolságokra kiterjedő lebonyolítás, jelentős szervezettséget igényelt, melyet a középkor jelentős intézményei láthattak el. Ilyen például a Cluny rend, mely a Santiago de Compostela-ba vezető Szent Jakab zarándokút jelentős részét menedzselte, illetve a különböző lovagrendek a Szent Föld zarándokútjainak az esetében.

3. Zarándokszállások

Szent Jakab apostol sírjához vezető zarándokút észak Spanyolországi részén zarándokok elszállásolását a nagy egyházi intézmények (a Cluny és Ágoston rend) valamint a helyi közösségek, parókiák biztosították. A szállások nagyjából 25 km távolságra helyezkedtek el egymástól. Braunfels úgy véli, hogy a kolostorok zarándokszállásokként történő bemutatására a legjobb példa a Szíriai Der Sim'án kolostor, ahol a Szent Földre igyekvő zarándokok nagy száma jelentősen befolyásolta a kolostor kialakítását, ami kulcsszerepet játszhatott az egyházi zarándokszállás hálózatban. A kolostor zarándokok számára kialakított vendéglátó helységei a többi funkcióhoz képest jelentősek. A templomon kívüli, négy épület közül kettő 6x25m-es emeletes épület szolgált zarándokszállásként.

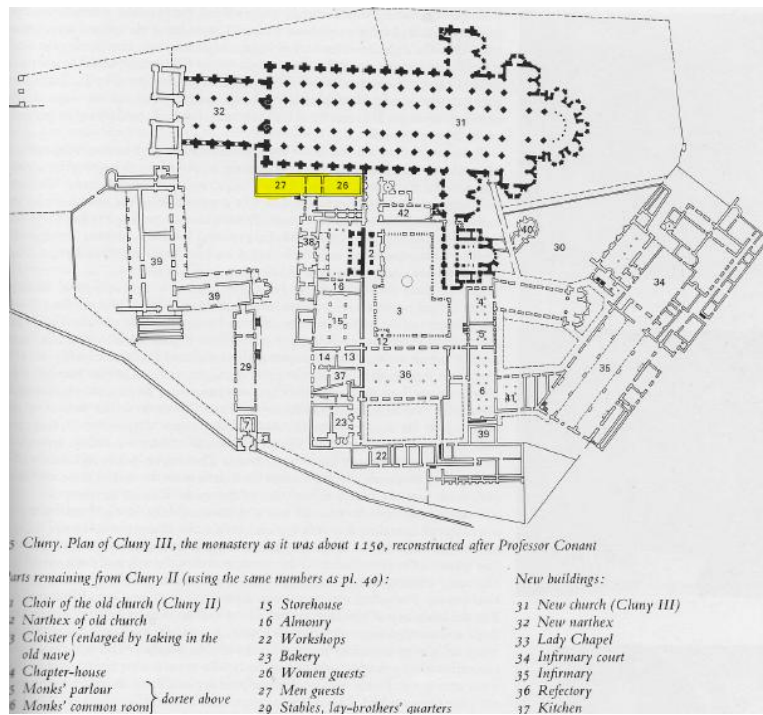


1. ábra. Der Sim'an kolostor Szíria



2. ábra. Szent Gallen – kolostorterv

Az európai kolostorokban is a funkcionális program részét képezték a zarándokszállások. Szent Gallen kolostorának utópikus tervén is szerepel a Braunfels által zarándokszállásként azonosított épület. A Cluny II. és III. kolostora, annak ellenére, hogy jelentős szerepet játszott a Szent Jakab zarándokút szervezésében, nem esett a zarándoklatok fősodrába – Conant professzor szerint- mégis a jelentős zarándokok elszállásolására alkalmas épületekkel rendelkezett.



3. ábra. Cluny III kolostorának rekonstrukciója (Conant professzor szerint)

4. Következtetések

A zarándokok elszállásolása így már az intézményes kereszténység kezdetétől nagy részben egyházi-monasztikus feladat volt. Ezért célszerű a kolostorok ezen eredendő funkcióját, a vendéglátást újraértelmezni és a Mária zarándokútvonal esetében az útvonalra illeszkedő kolostorok felújítási programjában figyelembe venni. A kolozsvári Ferences kolostor így részben zarándokszállásként is hasznosítható.

5. Köszönetnyilvánítás - Acknowledgment:

This paper was supported by the project "Improvement of the doctoral studies quality in engineering science for development of the knowledge based society-QDOC" contract no. POSDRU/107/1.5/S/78534, project co-funded by the European Social Fund through the Sectorial Operational Program Human Resources 2007-2013.

Irodalom

- [1] MARAVAL Pierre: *The Earliest Phase of Christian Pilgrimage in the Near East (before the 7th Century)*, In: *Dumbarton Oaks Papers*, Vol. 56 (2002), pp. 63-74, Dumbarton Oaks, Trustees for Harvard University, In: <http://www.jstor.org/stable/1291855> (2012.12.28)
- [2] ELSNER Jas, RUTHERFORD Ian: *Pilgrimage in Graeco-Roman and Early Christian Antiquity: Seeing the Gods*, Oxford: Oxford University Press, 2007
- [3] STOPFORD, J.: *Some Approaches to the Archaeology of Christian Pilgrimage*, In: *World Archaeology*, Vol. 26, No. 1, Archaeology of Pilgrimage (Jun., 1994) Taylor & Francis, Ltd., In: <http://www.jstor.org/stable/124864> (27/12/2012)
- [4] BRAUNFELS, Wolfgang: *Monasteries of Western Europe*, Thames and Hudson, London, 1972

Orbán György, építész

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Telefon: +40-735-229092

E-mail: urban.gyorgy@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KERESZTÉNY ZARÁNDOKÚTVONALAK INFRASTRUKTÚRÁJA

ORBÁN György

Abstract

This paper present the formation of historic pilgrims route. On the example of most important pilgrims routes will be discussed the infrastructural needs of a pilgrim route, that remained invariant in the time, and that can be used in the development of the Maria pilgrims route in the section of Transilvania.

Key words:

urbanism, pilgrimage road, spiritual heritage

Összefoglalás

A zarándok útvonalak történelmi kialakulása és bemutatása a dolgozat témája. A leg jelentősebb zarándok útvonalak példája nyomán megfogalmazom, a zarándokút infrastrukturális szükségleteit, amik az idők folyamán változatlanok maradtak és amik felhasználhatók a Mária zarándokút erdélyi szakaszának kiépítésében is.

Kulcsszavak:

területrendezés, zarándokút, szellemi örökség

1. Bevezetés

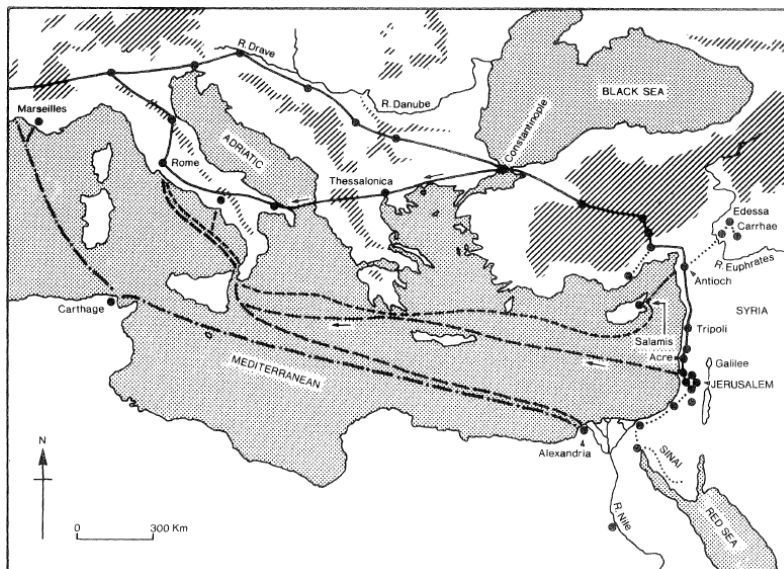
Bhardway[3] megfogalmazta azokat a minimális kritériumokat, amiknek teljesülniük kell ahhoz, hogy zarándoklatról beszélhessünk: „egy vallásos meggyőződéssel rendelkező egyén, egy szent hely vagy cél amit kitűz maga elé és a fizikai tett ami által végrehajtja az utazást”. Egy közös tulajdonsága a zarándoklatoknak és hitbeli meggyőződéssel megtett utazásoknak, az hogy minden esetben szükség van egy fizikai-térbeni távolság megtételére.

A Római Birodalomban zajló keresztényüldözések nyomán számos keresztény tett tanulságot élete árén is hitéről és lett mártír, akiknek sírját vagy ereklyéinek őrzőhelyét különböző mértékű tisztelet övezte. A keresztények körében a mártíromság tanúságtétele motiváció volt, aminek okán sokan útra keltek, hogy hitbeli meggyőződésüket megerősítsék a szentek relikviáinak tisztelete által.

A negyedik században Nagy Konstantin révén államvallássá vált a kereszténység a Római Birodalomban. Ekkor kezdődött az intézményes szentélyépítés a Szent Sír templommal és jelent meg először a keresztény zarándoklatok kapcsán, a „szent hely” mint fogalom. Ezután kezdtek kibontakozni a Szentföldi zarándoklatok, melynek céljai a szent helyek felkeresése volt.

2. Szent Föld - zarándokút

A zarándoklatok kialakulása a Szent Földhöz kapcsolódik, ezért a legfontosabb zarándokcél maradt egészen a VII. századig, amikor is a Muzmánok kezére került. Stopford kiemeli Hunt alapján, hogy a zarándokok száma és a zarándoklatok népszerűsége tekintetében a IV-V század volt a legjelentősebb. Ugyancsak ekkor alakultak ki a legtöbbet használt útvonalak. Míg a IV században különböző alkalmi és helyi szállásokon aludtak a zarándokok, útban a Szent Föld fele, addigra az V. századra ezt a szerepet és szolgáltatást átvette az egyház, különböző intézményei által. A Muzulmánok, Jeruzsálemi és Szent Föld-i majdnem öt évszázadnyi uralma alatt, a keresztény közösségek aktivitását egyre inkább korlátozták, különösen a szentélyek karbantartásában, melyeket még a Bizánci uralom idején emeltek. al Hakim (996-1021) kalifa vezetésével, a keresztény közösségeket súlyosan elnyomták, szentélyeiket lerombolták, beleértve a Szent Sír templomát is. Az ereklyék kultusza ugyanakkor lehetővé tette az egyház intézményei számára, a zarándokok által felkeresett szent helyek feletti ellenőrzést. Így miután a Szent Föld túl veszélyessé és látogathatatlaná vált a zarándokok számára, az Egyház képes volt, felhasználva az ereklyék kultuszát, hogy új, alternatív zarándokközpontokat alakítson ki és szilárdítson meg. Ugyanakkor az ereklyék új elhelyezése, egy sikeres gyakorlatot eredményezett, a régi pogány szent helyek, „keresztény szent helyé” tételében. Tiszteletreméltó Bede alapján, ezt a folyamatot Nagy Szent Gergely pápa is támogatta. A keresztény szent helyek kialakítása a régi pogány szentélyek mellet vagy helyén, bevett gyakorlatát ásatások is igazolták. A Szent Föld vonzereje abban állt, hogy a zarándokok, Jeruzsálemet és az egész Szent Földet Jézus a Proféták, Apostolok és szentek életével azonosították, ami szemükben az egész vidéket egyetlen Szent Erekléként látta.

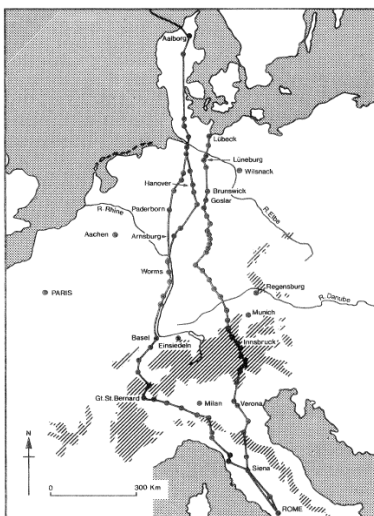


1. ábra. Szent Földre vezető zarándokútvonalak az első évezredben (Stapford, Hunt alapján)

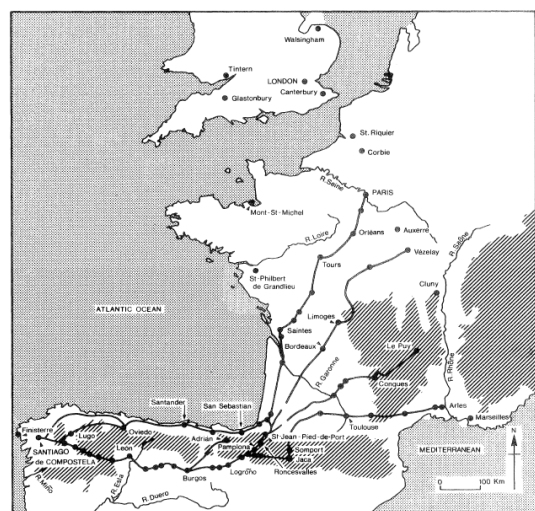
3. Róma - zarándokút

Maraval szerint az ereklyék felhalmozásával Konstantinápoly a Kelet Római Birodalom második legjelentősebb zarándokközpontjává vált, kifejezetten a keleti tartományok körében volt népszerű. Ugyanakkor a Pápaság nem egyezett bele, hogy Szent Péter és Pál apostolok ereklyéit, amiket Rómában őriztek, Bizánca szállítsák. A konkurencia a kereszténység keleti és nyugati pólusai között megmaradt és az 1054-es egyházszakadásban csúcsosodott ki. Amíg Róma - ahogy Krautheimer fogalmaz - „a Nyugat mágikus központja”, Konstantinápoly ugyanazt a szerepet töltötte be Keleten. Ugyanazon szerző alapján a hetedik század után (Jeruzsálem Muzulmán kézre kerül) „csak Róma maradt a Kereszténység egyetlen Szent Városa”, egy nyugati nézőpont, de mindenképpen a legfontosabb zarándokközponttá vált, mivel a Szent Földre zarándokolás jelentős veszélyekkel járt. A kereszties hadjáratok ideje alatt a Szent Föld mint célpont újra előtérbe került, de a XIII századra a jelentős veszélyek miatt újra háttérbe szorult, a keresztény uralom megszűntével együtt.

Stoppford szerint a késő középkorban, a zarándokutak szorosan kapcsolódtak a kereskedelemhez, ugyanazt a fizikai útvonalat használva. Ezért az Európa keresztény területein, főleg a Rómába vezető zarándokutak esetében, ahol a kereskedők útvonalával nagy mértékben egybeesett a zarándokok útja, fejlett és kiforrott infrastruktúrára támaszkodhatott. Észak Európai zarándokok esetében, Springer úgy véli Izlandi és Skandináv útleírások alapján, hogy a zarándokok jelentős része a XIII század előtt a mai Németország nyugati részén, a Rajna völgyében jutott el az Alpokig, ahol a Nagy Szent Bernárd hágón átkelve jutott el Itáliába és Rómába, vagy egy alternatív, keletebbi utat választva a Brenner hágón kelt át az Alpokon. A XIII. századtól kezdve (Szent Föld eleste), a zarándokok egész Európából Rómába sereglettek, mivel Róma volt a az „egyetlen Szent Városa” a katolikusoknak, amit viszonylagos biztonságban felkereshettek. A kivételezett helyzetet a pápaság is fenntartotta, számos előjogot és kiváltságot biztosítva, ilyenek voltak a Szent Évek, amik alkalmával a teljes búcsú elnyerésének esélye miatt nagy számú zarándokra számíhattak.



2. ábra. Rómába vezető zarándokutak (Stoppford, Springer alapján)



3. ábra. Compostelaba vezető zarándokutak (Stoppford, Mullins alapján)

4. Santiago de Compostela – Szent Jakab - zarándokút

Stapford alapján, Szent Jakab útját a IX.-századtól használták a zarándokok. A zarándokhely kialakulása, Szent Jakab apostol sírjának felfedezéséhez kapcsolódik, amit több középkori legenda beszél el. Eszerint az apostol palesztinai mártírhalálát követően testét követői egy bárkával csodálatos módon Galíciába szállították ahol eltemették. Később a IX. században az Isten egy csodálatos csillag által megmutatta egy helybeli pásztornak Jakab sírját. Itt kiássák és feltalálják az apostol ereklyéit és templomot emelnek a mezőn, ahol számtalan csoda történik és amit a csillag alapján Campo Stellatae-nak azaz csillagmezőnek – Compostelának neveznek el. A legenda megmutatja a szent helyek kialakításának módját és megalapozását, a szellemi infrastruktúra kiépítését és feltárását.

5. Következtetések

A zarándokutak fizikai infrastruktúrájának kialakításában, a szent helyek, illetve a vallási motivációt biztosító szentélyek azonosítása döntő feladat. A szellemi tartalom feltárása és megfogalmazása szolgáltatja a bázist ami alapján a zarándokok útra indulnak. A szállás, az útvonal ismertté tétele, járhatósága és kijelölése, a szállás, étkezés biztosítása és a biztonságos utazás feltételeinek a megteremtése elengedhetetlen a zarándokút fenntarthatóságához. Ezen elvek alkalmazását a Mária zarándokút Erdélyi szakaszának kiépítésében javaslom.

6. Köszönetnyilvánítás - Acknowledgment:

This paper was supported by the project "Improvement of the doctoral studies quality in engineering science for development of the knowledge based society-QDOC" contract no. POSDRU/107/1.5/S/78534, project co-funded by the European Social Fund through the Sectorial Operational Program Human Resources 2007-2013.

Irodalom

- [1] MARAVAL Pierre: *The Earliest Phase of Christian Pilgrimage in the Near East (before the 7th Century)*, In: *Dumbarton Oaks Papers*, Vol. 56 (2002), pp. 63-74, Dumbarton Oaks, Trustees for Harvard University, In: <http://www.jstor.org/stable/1291855> (2012.12.28)
- [2] Stopford, J.: *Some Approaches to the Archaeology of Christian Pilgrimage*, In: *World Archaeology*, Vol. 26, No. 1, Archaeology of Pilgrimage (Jun., 1994), Editura: Taylor & Francis, Ltd., In: <http://www.jstor.org/stable/124864> (27/12/2012)
- [3] ELSNER Jas, RUTHERFORD Ian: *Pilgrimage in Graeco-Roman and Early Christian Antiquity: Seeing the Gods*, Oxford: Oxford University Press, 2007

Orbán György, okl.építészmérnök

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Telefon: +40-735-229092

E-mail: urban.gyorgy@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSONTPÓTLÓ GRANULÁTUMOK GEOMETRIAI TULAJDONSÁGA

PAMMER Dávid, BOGNÁR Eszter

Abstract

The aim of this research was to develop new evaluation method and measurement processes for different bone graft grains and to determine the geometric parameters of them. The following parameters were determined: the volume of bone grafts without pore, porosity, bone grafts mass density, liquid absorption ability. The measurement process basis on volume measuring, thanks to this the pressure does not influence the result of the measurement. As a result of these experiments, the geometric parameters can be calculated, and more detailed information of the available bone grafts in the market can be added.

Key words:

Geometry, density, bone grafts, granules, grain

Összefoglalás

A kutatás célja, hogy a csontpótló granulátumok geometriai paramétereinek meghatározására egy új mérési eljárást alkalmazzunk, amellyel a következő paramétereket tudjuk meghatározni: tiszta, pórusmentes térfogatát, porozitását, sűrűségét, folyadékfelvevő képességét. A mérési eljárás a térfogatmérésen alapul, amelynek köszönhetően a nyomásváltozás nem befolyásolja a mérési eredményt. A folyadékfelvevő képesség vizsgálatánál meghatároztuk azt a sűrűségi hibát, amely abból adódik, hogy a granulátum pórusait nem járja át teljesen a folyadék, valamint azt a folyadék tömeget, amely a nedvesítésből adódóan a granulátum felületén marad.

Kulcsszavak:

Geometria, sűrűség, csontpótló anyagok, granulátumok, szemcsék

1. Bevezetés

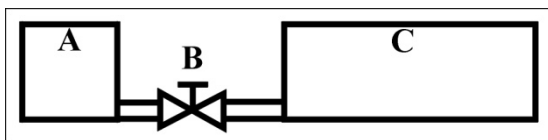
Napjainkban az implantológia egy igen fontos része a csontpótlás, ezért a csontpótló granulátumok fizikai paramétereinek ismeretére szükség van [1, 2]. A gyártók a felhasználók számára az adott csontpótló termékről a következő információkat adják: az alapanyag megnevezése, kiserelés, valamint a szemcsék mérettartománya. Nagyon ritka az olyan gyártó, amelyik a granulátum porozitásáról ad információt, pedig szükséges lenne ismerni még a csontpótló granulátum pórusmentes (tiszta) térfogatát és a folyadékfelvevő képességét is. Ezeknek az adatok ismeretében ugyanis következtetni lehet a csontpótló beépülésének hatékonyságára [3, 4].

2. Térfogtmérési módszer

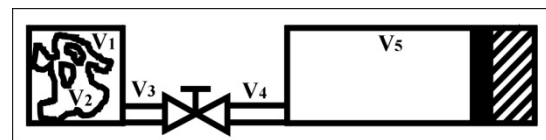
Egy olyan mintánál, amelynek csak a tömegét és a befoglaló térfogatát ismerjük, nem lehet számítással meghatározni a tiszta térfogat és a hozzá tartozó sűrűségértéket, csak akkor, ha további méréseket végzünk. Az általunk kidolgozott mérési eljárás térfogtméréseken alapul, és ezért a nyomásváltozások nem befolyásolják a mérési eredményt. Maga a mérés szobahőmérsékleten végezhető és a rendelkezésre álló teret normál állapotú levegő tölti ki a kezdeti és vég állapotban. Az eljárásnak három szakasza van. Az egyes állapotokban mért adatok alapján a minta tiszta térfogatának értéke kiszámítható. A számítás során az ideális gáz állapotegyenletét alkalmaztuk.

$$p \cdot V = \text{áll} \quad (1)$$

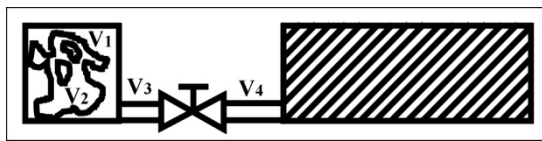
A leveztetés során látható, hogy a nyomásértékek kompenzáltak lesznek, ezért speciális állapotegyenletekre nincsen szükség. A mérés elvi elrendezése egy háromelemű rendszerből áll (1. ábra), ahol A egy merev falú állandó térfogatú térrész, C egy változtatható térfogatú merev falú térrész. B egy szeleppel ellátott A és C-t összekötő térrész. Az első állapotban a porózus mintát (V_2) az A-ba helyezve, V_1 , V_3 , V_4 térfogatú, légköri nyomású (p_1) levegő marad a rendszerben (2. ábra). A második állapotban a C térrész térfogatát megnövelve (3. ábra) az első állapotban lévő levegő mennyisége kitölti a V_1 , V_3 , V_4 , V_5 térfogatot, amelynek során a nyomás lecsökken (p_2). A harmadik állapotban a szelep zárva van. V_1 -ben és V_3 -ban kis mennyiségű levegő marad p_2 nyomáson. A C térrészben a kitágított levegő alapállapotba (p_1) visszatérve V_4 , V_6 térfogatot tölt ki (4. ábra).



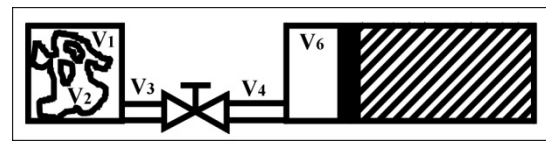
1. ábra. A térfogtmérő rendszer vázlatja.



3. ábra. II. állapot.



2. ábra. I. állapot.



4. ábra. III. állapot.

Ahhoz, hogy V_2 térfogatát meg lehessen határozni, a mérési elv során a következőket kell lemérni: Az A térrész térfogatát V_3 , V_4 , V_5 , V_6 térfogatokat. Ezek ismeretében a következő leveztetés alapján V_2 értéke számítható.

Első és második állapot közötti összefüggés:

$$p_1 \cdot (V_1 + V_3 + V_4) = p_2 \cdot (V_1 + V_3 + V_4 + V_5) \quad (2)$$

$$p_2 = p_1 - \Delta p \quad (3)$$

A második és harmadik állapotok közötti összefüggés:

$$(p_1 - \Delta p) \cdot (V_4 + V_5) = p_1 \cdot (V_4 + V_6) \quad (4)$$

A (4)-et (2)-be behelyettesítve és az egyenletet V_1 -re rendezve:

$$Z = \frac{V_4 + V_6}{V_4 + V_5} \quad (5)$$

$$V_1 = \frac{Z}{1-Z} \cdot V_5 - V_3 - V_4 \quad (6)$$

A csontpótló granulátum tiszta térfogatának meghatározása az A térfogatrész ismeretében:

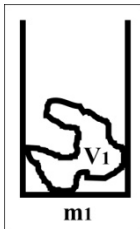
$$V_2 = A - V_1 \quad (7)$$

A mérési elv pontosságának elengedhetetlen feltétele, hogy $V_5 \gg V_1$. A tiszta térfogat (V_2) ismeretében a csontpótló granulátum porozitása és sűrűsége meghatározható.

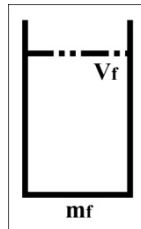
3. Folyadékfelvevő képesség mérése

A porózus csontpótló granulátumoknál ismeretlen a felhasználók számára, hogy adott folyadékkal a granulátumokat összekeverve mekkora az a folyadék mennyiség, amely a nedvesítő hatásnak köszönhetően a granulátum felületén marad. Ennek meghatározása során a folyadék semmilyen külső behatás (nyomás, rázás, centrifugálás) nélkül kell, hogy kitöltse a granulátum pórusait. A mérési elv során az egyik módszerrel, a folyadékkal át nem járt pórusmennyiségre lehet következtetni, a másikkal pedig a granulátum által felvett folyadék mennyiségét lehet meghatározni.

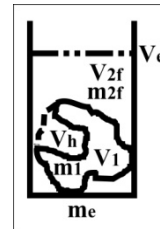
Az első módszernél ismert a granulátum tömege (m_1), (5. ábra) és egy adott folyadék térfogata (V_f) és a tömege (m_f), (6. ábra). A granulátumot a folyadékkal felöntve (7. ábra) az elegy össztérfogata V_e a tömege pedig m_e . A felhasznált folyadék térfogata (V_{2f}) és a tömege (m_{2f}) nem ismert. V_h az a térfogat, amelyet a folyadék nem jár át.



5. ábra. A granulátum tömege.



6. ábra. A folyadék tömege.



7. ábra. Az elegy tömege.

Az elegy sűrűség számítása:

$$V_f = V_e \quad (8)$$

$$\frac{m_2}{V_e} = \frac{m_1 + m_{2f}}{V_1 + V_h + V_{2f}} \quad (9)$$

A (9)-es képletből az m_{2f} értéke számítható valamint a térfogatmérési módszer során kiszámolt (7) V_2 segítségével (amelynek értéke jelen esetben megegyezik V_1 -el) $V_{2f} + V_h$ kifejezhető. Az m_{2f} mennyiségű folyadéokra nem azt a sűrűség értéket fogjuk kapni, mint a $\rho_f = m_f / V_f$ esetben.

$$\rho_{hiba} = \frac{m_{2f}}{V_{2f} + V_h} \quad (10)$$

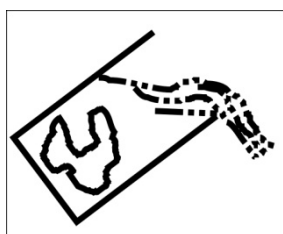
A két sűrűség hányadosából kapott viszonyszám megmutatja, hogy a csontpótló granulátumok esetében milyen arányban maradnak folyadékkal át nem járt zárványok (S_g - granulátum ür).

$$S_g = \left(1 - \frac{\rho_{hiba}}{\rho_f}\right) \cdot 100 \% \quad (11)$$

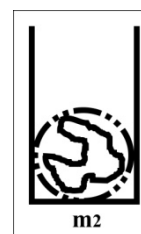
A második módszernél a granulátumok által felvett folyadékmennyiség tömegét lehet meghatározni, és a folyadék sűrűségének ismeretében a felvett mennyiség térfogata is kiszámítható.

$$m_{felvett} = m_2 - m_1 \quad (12)$$

A granulátum saját tömegének (m_1) meghatározása után (5. ábra) a granulátumot folyadékkal kell felönteni. A folyadékot majd a granulátumról le kell önteni (8. ábra), és az elegy tömegét (m_2) újra lemérni (9. ábra).



8. ábra. A folyadékkal felöntött granulátum.



9. ábra. A granulátum által felvett folyadék mennyiség.

4. Következtetések

A mérési eljárásokkal a csontpótló granulátumok geometriai paramétereit és a folyadékfelvevő képességét meg lehet határozni. A továbbiakban valós mérésekkel kell igazolni az eljárások pontosságát.

Irodalom

- [1] Dr. Matusovits Danica: *Dentális implantátumok összeintegrációjának és irányított csontregenerációban használt bioanyagok csontképződést segítő hatásának vizsgálata*, Phd értekezés tézisei, Szeged, 2009, 1-12.
- [2] Chiara Renghini, és mások: *Micro-CT studies on 3-D bioactive glass-ceramic scaffolds for bone regeneration*, Acta Biomaterialia 5, 2009, 1328-1337.
- [3] Lester F. Wilson, Thomas Buckland: *Comparative performance of three ceramic bone graft substitutes*, The Spine Journal 7, 2007, 475-490.
- [4] A. Seth Greenwald, és mások: *Bone-Graft Substitutes: Facts, Fictions & applications*, American Academy of Orthopaedic Surgeons 73rd Annual Meeting, Chicago, Illinois, March 22 – 26, 2006.

Pammer Dávid, PhD-hallgató

Munkahely: BME, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan L. u. 7. MT épület

Telefon / Fax: +36 1 463-1234 / +36 1 463-1366

E-mail: dav.pammer@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AGRIPELLETEK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK ÉS HASZNOSÍTÁSÁNAK ENERGETIKAI KÉRDÉSEI

PAPP Viktória, MAROSVÖLGYI Béla

Abstract

In addition to environmental reasons, the growing energy demand, running out of fossil fuel supplies, and the expected increase in gas prices, both indicate that, we must change in our power supply. The possibilities between the renewable energies in Hungary largely lies in the utilization of biomass. The energetical compressed are come in to view in Europe and in our country too. The EU market is built for wood-pellet. In Hungary, due to the characteristics of the agricultural large amounts of herbaceous biomass is available. Straw and various agricultural by-products can be raw materials for the agripellets. Despite the fact that we have the herbaceous raw material base, the agripellet production is only slowly developing in our country. One reason that are available for stoves and fireplaces, but the equipment are expensive. In addition, it is undeniable fact that because of the energetical characteristics of agripellets (S, Cl, K content, ash content) in wood pellet burners can not be used in. Furnaces on the market is relatively small. The spread of the agripellets also shows that contrary to wood pellets the ash and moisture content are very different. In our studies we deal with the biodiesel production generated by-product rape-stem. After the grinding process we produced rape-stem pellets with a small pellet maker equipment. Studies show that, we can win a lot of energy from the rape stem. In the future I would like to extend the energy balance research of agripellet producing. The location of the examination the T&T Technik Ltd. in Szentés. They are producing agripellets from different agricultural by-products. During production there is no need to apply drying technology.

Key words:

Agripellet, renewable energy, energy balance

Összefoglalás

.A környezetvédelmi okok mellett, a növekvő energiaigény, a fosszilis készletek kimerülése, a növekvő gáz árak mind azt jelzik, hogy az energiaellátásunkon változtatni kell. A megújuló energiák közül Magyarországon nagy lehetőségek vannak a biomassza hasznosításában. Az energetikai tömörítvények egyre inkább előtérbe kerülnek Európában és hazánkban is. Azonban az Európai Unió piac a fapelletre épült, míg Magyarországon nagy mennyiségű lágyszárú biomassza áll rendelkezésünkre. A különböző szalma és szár maradványok, mezőgazdasági melléktermékek lehetnek az agripellet gyártás alapanyagai. A különböző melléktermékek közös tulajdonsága, hogy eredeti állapotban nehezen kezelhetők, tüzelésük problémás. Ezért a szállítási energiák lecsökkentése végett, valamint a kedvezőbb tüzeléstechnikai paraméterek miatt szükséges a pelletálás. Annak ellenére, hogy Magyarország nagy lágyszárú alapanyag bázissal rendelkezik, az agripellet gyártás és hasznosítás csak lassan kezd elterjedni. Ennek egyik oka, hogy bár rendelkezésünkre állnak különböző agripellet tüzelő kazánok és kályhák, ezek a berendezések viszonylag drágák. A lágyszárú növények magas hamutartalma miatt nem égethetők fapellet kazánokban. Ausztriában és több uniós országban is támogatásokkal segítik a pellet fűtésre történő átállás kezdeti beruházásait. Vizsgálataink során foglalkoztunk biodízel-gyártás melléktermékeként keletkező repce szár pelletálásával és energetikai laborvizsgálatával. A kutatások azt mutatják, jelentős energiát nyerhetünk a repce-szár pelletből. A Szentésen működő agripelletet előállító T&T Technik Kft-nél előállított keverék pelleteteket vizsgáltuk, valamint az energia mérleg vizsgálatokat kiterjesztettük az agripellet gyártás folyamatára.

Kulcsszavak:

Agripellet, megújuló energia, energia mérleg

Bevezetés

Magyarország klimatológiai és földtani adottságai révén nagy mennyiségű fás- és lágyszárú biomasszával rendelkezik, melyek jelentős része energetikai célokra is használható. A fakitermelés, feldolgozás és bútorgyártás során keletkező apríték és forgács feldolgozásra kerül az országban működő fapellet és brikett üzemekben, a termelés növeléséhez szükséges faalapú készletek végesek. A szántóföldeken keletkező mezőgazdasági melléktermékek azonban évente újratermelődnék, melyek nagy része az állatállomány csökkenése miatt feleslegessé vált. A melléktermékek, különböző szalma és szár maradványok egy része szecskázás után visszakerül a talajba tápanyag utánpótlás céljából. Azonban a talajba nem lehet korlátlanul visszajuttatni a lignocellulókat, mert a túlzott mennyiségű lágyszárú maradvány bedolgozása pentóz-hatást indít el, mely eredményeként a cellulóz bontó baktériumok csökkentik a talaj nitrogén-tartalmát, amit csak jelentős mennyiségű műtrágya bevitellel lehet ellensúlyozni.[1.] Tehát az agripellet gyártás alapanyagbázisa adott.

A pellet előállítása

A pellet nagy nyomáson, 800-900 baron előállított energetikai tömörítvény. Az alapanyag nedvességétől függően gyakran kell valamilyen szárítási technológiát alkalmazni, ami gyakran nagy energiát igénylő folyamat. A Szentesen működő üzemnél egy olyan technológiát fejlesztettek ki, mellyel akár 30%-os nedvességtartalmú anyagból is jó minőségű pelletet tudnak előállítani. Agripellet gyártás esetén a beérkező alapanyag először a bálabontóba kerül. A pelletáláshoz szükséges szemcseméretet kalapácsos daráló segítségével állítják elő. Maga a pelletálás a présgepekben történik, magas nyomás és hőmérséklet mellett. A hengeres formát a prészsorszám, a matrica alakítja ki, mely lehet hengeres vagy síkmatrica. A pellet átmérője változó, a 6-8 mm-es méret a legelterjedtebb. A nagy nyomás és hőmérséklet hatására a biomasszában lévő lignin részlegesen megolvad, majd ez tartja össze a részecskéket a présgepből való kikerülés után.

A vizsgálatok bemutatása

A vizsgálatok helyszíne a Szentesen működő T&T Technik Kft. agripellet üzeme volt.



1.ábra Búza szalma bálabontás után, aprítás előtti beadagolás

Egyedi pellet gyártó sort fejlesztettek ki, mellyel különböző lágyszárú keverékekből is jó minőségű agripelletet állítanak elő. Sokféle mezőgazdasági mellékterméket hasznosítanak, többek között búzaszalmát, kukorica és repce szárat, olajos magvak származékait, gabonatisztító művek hulladékait, valamint energiafűből és energia nádból is készült már pellet.

Az üzemben gyakran állítanak elő keverék pelleteket. Két mintával végeztünk laborvizsgálatokat. Az 1-es minta nagyobb arányban tartalmazott repceszárat, e mellett kukoricaszár, búzaszalma és ocsú voltak az alapanyagok. A 2-es mintában kevesebb volt a repceszár, több búzaszalmát és ocsút tartalmazott. A két pelletmintával kaloriméteres méréseket végeztünk, valamint izzítókemencés vizsgálattal meghatároztuk a hamutartalmat. Az eredmények az 1-es táblázatban vannak feltüntetve.

1. táblázat. Nedvességtartalom, fűtőérték és hamutartalom vizsgálatok eredményei

	Nedvességtartalom (%)	Fűtőérték (MJ/kg)	Hamutartalom (%)
1-es pellet minta	9,6	16,65	5,27
2-es pellet minta	8,6	16,01	8,39

A mérési eredményekből megállapítható, hogy az 1-es minta magasabb fűtőértékkel és alacsonyabb hamutartalommal rendelkezik. Az 1-es mintában lévő nagyobb mennyiségű repceszár okozza a magasabb fűtőérték eredményeket. A 2-es minta magasabb hamutartalmát a búzaszalma és ocsú okozhatja. Mindkét vizsgált minta nedvességtartalma és fűtőértéke agripelletek esetén jó értéknek mondható. A hamutartalom is optimális, a különböző szalma és szár maradványok hamutartalma általában 5-10% körül alakul. A magasabb hamutartalom miatt van szükség speciális, mozgó rostélyos tüzelő berendezésekre agripelletek hasznosítása során.

Fontos kérdés, hogy mennyi energiát is fektetünk a gyártási folyamatba és mennyi energiát nyerhetünk vissza. Az energiafelhasználás alapanyagtól és az óránként termelt mennyiségtől függően változik. Az óránként gyártott pellet 700-1000 kg körül alakul. Az energiafelhasználás 120-170 kWh. A mért, illetve számított értékek felhasználásával számítottuk a legfontosabb fajlagos energetikai mutatókat. Az energia hatékonysági mérleg a termék energiataralma és a bevitt primerenergia 1 t termékre vonatkoztatva. Az energetikai hatásfok pedig a termék energiabevittel csökkentett energiataralma/ a termék energiataralma*100. Primer energiában 1 tonna pelletre az alap gyártási technológia energiaigénye 1713 MJ(476 kWh). Az 1-es mintából kinyerhető energiával számolva az energiamérleg 1:9,7-hez, vagyis a befektetett primer energia tízszeresét nyerhetjük vissza. A 2-es minta fűtőértékével számolva az energiamérleg 1:9,4. Energetikai hatásfokban kifejezve $H=(E_{\text{output}}-E_{\text{input}})/E_{\text{output}}*100$, [2.] az 1-es minta esetén 89,7%, a 2-es minta esetén 89,3 % ami jó értéknek mondható. Ezekben az adatokban nem jelennek meg a beszállításra fordított energiák, melyek az alapanyagok kis térfogati sűrűsége miatt jelentősen megváltoztathatják az energiamérleget, ezért törekedni kell a melléktermékek lokális hasznosítására.

Következtetések

Korábbi vizsgálataink során a fapellet gyártás energia hatékonyságát vizsgáltuk a Petőházán működő Pellet Product Kft-nél.[3.] A gyártás energetikai hatásfoka 92,3 % volt, ami nagyon jó érték, a magas fűtőértékű fenyő forgácsnak köszönhetően. Ezzel összevetve az agripellet gyárás 89,7%-os hatásfoka is jó eredmény, energetikai szempontból is megéri. A repceszár keverék pelletek a laborvizsgálatok alapján lágyszárú növényekhez képest magas fűtőértékkel rendelkeznek. A növénytermesztés teljes folyamatát és kimeneti energiáit vizsgálva érdekes következtetésre jutottunk. Megvizsgáltuk hektáronként mennyi energiát nyerhetünk a repce magjából, és mennyit a szárból. 2,5 t/ha termésátlaggal a magban kb. 60 GJ energia van. A repce szárban pedig 3 t/ha lehozható mennyiséggel kalkulálva 48 GJ, míg 4,5 t/ha értékkel számolva 73 GJ energia van a repce szalmában.[4.] Elgondolkodtató, hogy gyakran ugyan annyi energiát hagynak a szántóföldeken, mint amennyit a repce magjából nyerhetünk. Magyarországon nagy lehetőségek vannak a mezőgazdasági melléktermékek hasznosításában, az agripelletek előállításával jó energiahatékonysággal, automatizált módon tudnánk hasznosítani a szántóföldeken hagyott energiákat.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP – 4.2.2. B – 10/1 – 2010 – 0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Tármeg J. , Teendő a szármaradványokkal, Agrárágazat,(2008) 9. évf. 9. szám
- [2] Sembery P., Tóth L., Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház, Bp.(2001) 260-261. oldal
- [3] Marosvölgyi B., Papp V., A pelletálás energiamérlegének vizsgálata,Tudományos eredmények a gyakorlatban, Szolnok, (2010) 101-105. oldal
- [4] Papp V., Marosvölgyi B., A pellet mint megújuló energiahordozó előállítása, hasznosítása és energetikai értékelése, Energiagazdálkodás,(2012)53.évf.2.szám 18-20. oldal

Papp Viktória, doktorandusz hallgató

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Erdészeti- Műszaki és Környezettechnika Intézet

Cím: 9400, Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4.

Telefon / Fax: +3699518124

E-mail: pappviktoria@emk.nyme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

POROLISSUMI (MOJGRÁD, ZILAH, ROMÁNIA) RÓMAI KORI KERÁMIÁK KÖZETTANI MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATA

PATAKI Bernadeth, BITAY Enikő, SZAKMÁNY György, CSIFÓ Irma,
KONYELICSKA Lóránd, VERESS Erzsébet

Abstract

The paper presents the first results of our investigation started on a group of Roman-period ceramic shards unearthed at the archaeological complex Porolissum-Moigrad (Zalau County, Romania). The samples selected for the present study were collected from different locations of the same site and are representative fragments, covering the main ceramic types identified. The aim of the study is to establish the mineralogical and technological similarities and respectively differences in order to elucidate some provenance related aspects regarding the raw materials, or, in some cases, the artifacts themselves. Heretofore, 32 samples selected were subjected to macroscopic (typological, morphological, functional) characterization and petrographic microscopy. The mineralogical findings referring to the possible raw materials (clay and temper) as well as some technological characteristics of the shards suggest their classification in two groups, excepting three evidently different samples. For the time being, the results can not exclude the shards local fabrication. Firing was conducted in oxidative conditions and firing temperatures were ranging in the 700–750⁰C interval in all cases.

Keywords:

Porolissum, archaeological ceramics, archaeometry, petrographic microscopy.

Összefoglalás

A dolgozat a Szilágy megyei Mojgrád és Zsákfalva területén hajdan elterülő Porolissumról előkerült régészeti kerámiatöredékek archeometriai vizsgálatának első eredményeit teszi közzé. A leletekből a technológiai változatosság szempontjai szerint kiválasztott 32 cserépminta makroszkópos jellemzése után tízet választottunk ki további műszeres vizsgálatra. Először a minták vékonycsiszolatát vizsgáltuk közettani mikroszkóppal. A mikroszkópos eredmények alapján a mintákat ásványtani szempontból két csoportba soroltuk. Az első csoportba tartozó edények többféle, eltérő szemcseméretű homokkal soványított, nagy plaszticitású, zsíros agyagból készültek, a minták egyikében a soványító homok mellett vulkanitot is találtunk. A második csoport egyedei ugyancsak zsíros agyagból készültek, de az előbbi soványító homokhoz csak részben hasonló egyéb nem plasztikus adalékokat tartalmaznak. Az előző két csoportba nem sorolható három minta anyagát tekintve eltérő, bár az agyagmátrix nem plasztikus komponensei hasonló eredetűnek látszanak. Mint az eddigi vizsgálatok alapján megállapítható, a cserepek oxidáló légkörben történő kiégetésének maximális hőmérséklete 700–750 °C.

Kulcsszavak:

Porolissum, régészeti kerámia, archeometria, közettani mikroszkópia.

1. Bevezetés

Municipium Septimium Porolissensis római város, a Szilágy megyei Mojgrád és Zsákfalva területén, a Pomét dombon elhelyezkedő katonai tábor *vicus*ából (katonai telepéből) alakult ki a Kr. u. 2. század elején. A *római temető* Zsákfalva határában, az Ursoies dombon fekszik. Területén 1949-ben és 1958-ban, majd 2007 után a *Necropolis Porolissensis* projekt keretében folytak átfogó feltárások [1].

Mintáink többsége a római temető 1353–1843-as kontextusából származik, a kerámiaedények a hamvasztásos sírok mellékleteiként kerültek napvilágra. A *középkori templom körüli temetőnek* a középkorban bolygatott római rétegeiből (2000-es kontextus) ugyancsak szép kerámiaanyag került elő.

2. Kísérleti körülmények

Mintaválasztás

Az archeometriai vizsgálatra kiválasztott 32 mintából 30 a 2008-as ásatások során, az 1700-as, 1804-es, illetve a 2000-es kontextusból előkerült finomszemcsés (<1 mm) és vékony falú (<6 mm) finomkerámia, illetve durvább szemcsés (>1 mm) és vastagabb falú (>6 mm) félfinom vagy durva, formailag nem beazonosítható cserépedény-töredék. A kontextusonkénti 10-10 minta kiválasztásánál fontos szempont volt a makroszkóposan megfigyelhető (összetételbeli, technológiai) változatosság. Az említett töredékeken kívül egy, az 1353-as kontextusból származó fazékdarabkát és egy, az 1843-as kontextusból előkerült korsódarabkát is vizsgálatba vettünk.

Kőzettani mikroszkópia

A vékonycsiszolatos kőzettani mikroszkópos (PM) vizsgálatokat az ELTE Természettudományi Karának Kőzettani és Geokémiai Tanszékén végeztük. A minták a szokásos módon készültek, maguk a vizsgálatok Wild MPS 12. digitális fényképezőgéppel ellátott Leitz Laborlux 11 Pol S polarizációs mikroszkóppal történtek.

3. Eredmények

Makroszkópos jellemzés

A kerámia-töredékek nagyjából világosabb-sötétebb vörösre égetettek (a kiégetés oxidatív körülmények között történt), kétharmaduk egyenetlen kiégetésű (foltosak, szendvicsszerkezetűek). Díszítés nyoma (10-2-3: kopott fekete angób a külső részen, 10-2-5: megkopott vöröses angób belül, 10-3-8: vöröses angób nyoma kívül-belül) négy mintán látható, három mintán 10-4-1, másodlagos égésnyomok is megjelennek.

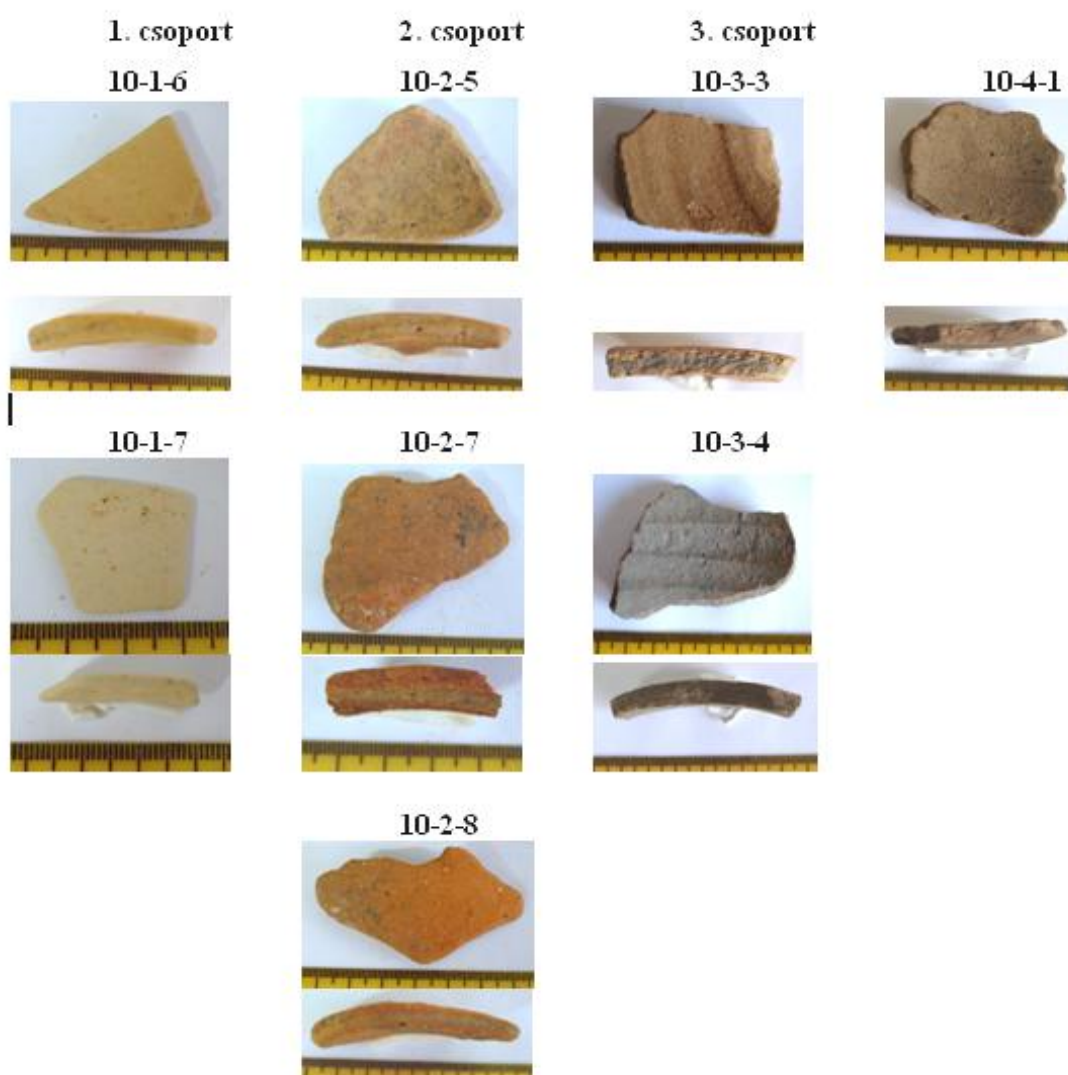
A cserepek mintegy fele igényes megmunkálású, finomszemcsés tömött szövetükben csak egészen apró (<0.5 mm) törmelékszemcsékkel. Kisebb mennyiségben mindhárom leletcsoportban vannak gyengébb kidolgozottságú, durvább felületkezelésű edénytöredékek is. A durvaszemcsés minták, szövetükben 1 mm-t elérő világosabb-sötétebb kőzettörmelék szemcsékkel, vastag falú tárolóedények töredékei lehetnek. Négy minta esetében (10-2-8: durva kerámia, 10-2-5, 10-2-7, 10-3-2: félfinomak) a kerámiaszövet grafitot is tartalmaz. Az 1700-as kontextusbeli első sorozat (10-1-n, n = 1–10) egyik mintája (10-1-7) fehérre égetett, a második (1804-es kontextus, 10-2-n) sorozatból a 10-2-10 minta a harmadik sorozat (2000-es kontextus, 10-3-n) 10-3-5 mintája pedig világosdrapp, mindhárom vékony falú, finomszemcsés, egyenetlen kiégetésű.

Gyorskorongolásra 7 minta utal, finomkerámiát (10-1-4, 10-2-4, 10-3-1, 10-4-1, 10-5-1), félfinomat (10-3-2) és durva kerámiát (10-3-4) egyaránt találunk köztük.

A kerámia-töredékek közül a makroszkópos megfigyelések alapján műszeres vizsgálatra kiválasztott minták fényképe az **1. ábrán** látható.

Kőzettani mikroszkópia

A kerámiák műszeres anyagvizsgálatát célszerű a minták polarizációs mikroszkópos kőzettani vizsgálatával (PM) kezdeni. A módszerrel a kerámia alkotói egyenként és egymással összefüggésben is tanulmányozhatók. A pórusok alakjának vizsgálatával azonosíthatók a kerámiába készítéskor bekerült növényi alkotók (pelyva, szalma). Az agyagos alapanyag (mátrix) és a pórusok együttes megfigyelése a kiinduló nyers agyag fizikai jellemzőiről (kövér vagy sovány) és ásványos összetevőiről informálhat. Meghatározható a törmelékes elegyrészek anyaga és származása (oly mértékig, hogy származhatnak-e a lelőhely közeléből) [2].



1. ábra. Műszeres vizsgálatra kiválasztott cseréptöredékek

A kerámiák PM-vizsgálata választ adhat egyes, a készítési technológiára vonatkozó kérdésekre is. A szöveti megfigyelés segíthet eldönteni, hogy a fazekas(ok) által felhasznált nyersanyag előkészítés nélküli („természetes”) vagy tisztítással, soványítással, agyagkeveréssel előkészített agyag.

A mikroszkópos ásványos fázisok közötti fázishatáron tapasztalható „befagyott” reakciózóna, az esetleges üvegesedés segíthet a legmagasabb égetési hőfok meghatározásában.

A PM-eredmények alapján a vizsgált cserepeket néhányuk kivételével két csoportba sorolhattuk.

Az **első csoport** (10-2-7, 10-2-8, 10-3-3, 10-3-4, 10-4-1) legtipikusabb képviselője a **10-2-7** minta. Rétegtelt („szendvics”) szerkezetű, a mátrix anyagában nagy mennyiségű közettörmelékkel. Fazekastechnológia szempontjából nem túl igényes: a kövér, erősen plasztikus agyagot gyengén szitált vagy szitálatlan homokkal soványították, az eredmény közepesen durva edény. A mátrixban levő másodlagos, nem plasztikus fázisok a nagy többségben levő nagyobb szemcséjű egykristályos vagy polikristallin kvarc mellett plagiokláz, kloritos csillám (szericit, muszkovit), degradálódó biotit, K-földpátok is, amelyek jelenléte a soványító gránitszerű jellegére (és granitoid közet eredetére) utal.

Kvarcos vulkanitzemcsék is előfordulnak, biotit fenokristályok kíséretében. Ritkábban dendrites salak is előfordul. A kerámia középső rétegében nehéz ásványokat (zöld amfibolt, zöld turmalint, néhány limonitos opak ásványt) is találtunk (opak ásványok a szélső [külső] rétegekben is előfordulnak, de nem limonitosak); az itt található mikroklin megerősíti a soványító granitoid eredetét. A kerámiamátrix teljes egészében előfordulnak kovakő (silex) fragmentumok (**2. ábra**).

Az mintacsoport többi tagja kisebb eltérésekkel a fentebb leírt anyagi jellemzőkkel rendelkezik.

A 10-2-8 minta soványítására az előbbihez hasonló homokos anyag mellett cseréptörmelék is használtak, fő jellemzője a plasztikus elegyrész mikrokristályos vulkanitos jellege és a vulkanitokhoz társuló fenokristályok mellett a friss kvarc jelenléte. A 10-3-3 mintában kevesebb az előbbiekhöz hasonló soványító, a kvarctartalmú gránitszerű fragmentumokat vonalasan kirajzolódó dendrites „salakháló” köti össze, a mintában több a földpát és plagiokláz. A fentebb leírtak a 10-3-4 és 10-4-1 mintára is vonatkoztathatók, de a 10-3-4 edény más fazekastechnikával készült.

Az ásványtani adatok alapján a minták égetési hőmérséklete oly csekély mértékben különbözik, hogy akár egyidejűleg is is égethették volna őket ugyanazon kemence más-más helyén.

A **második csoportba** a 10-2-5 és 10-5-1 minta sorolható.

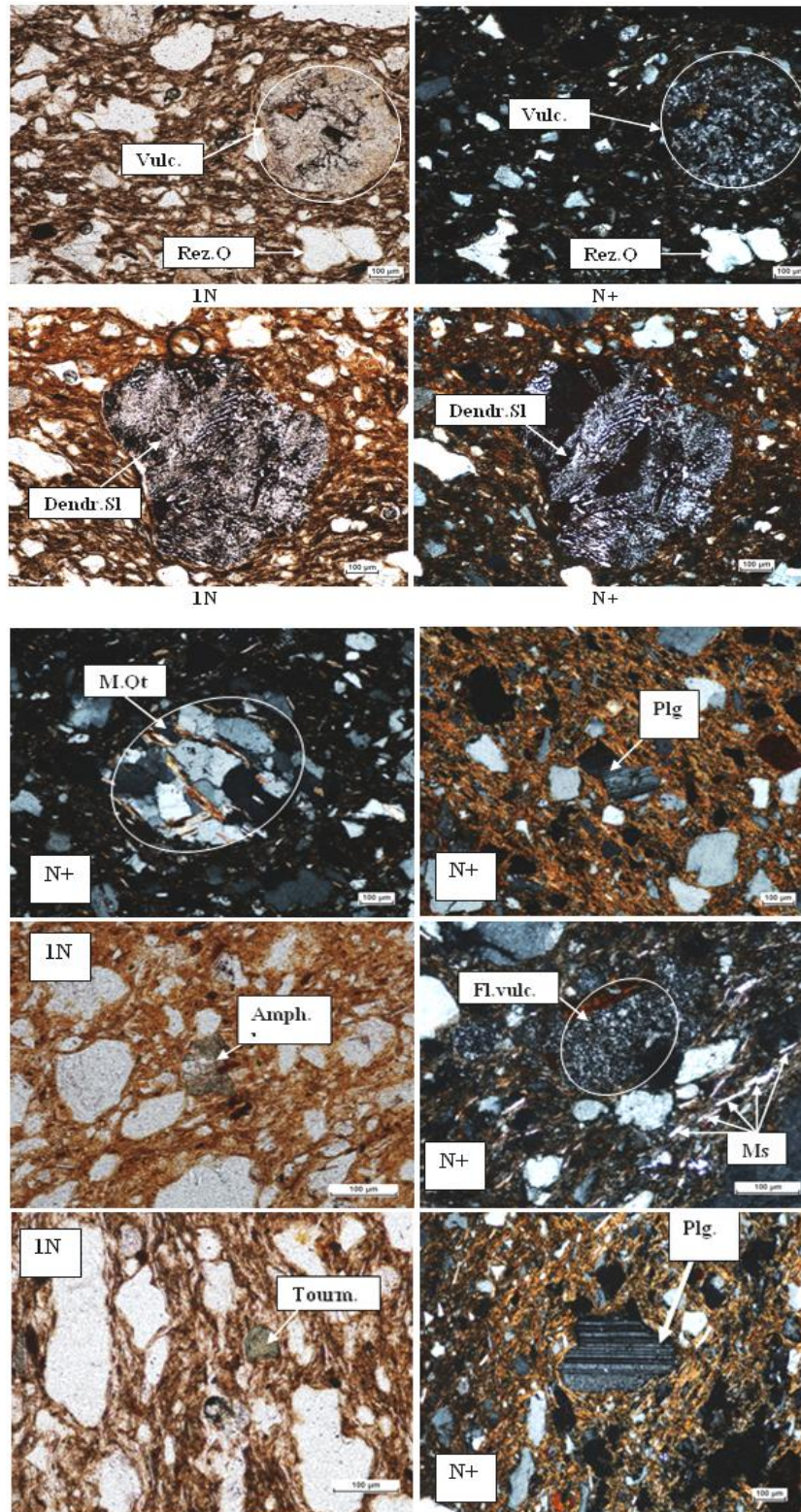
A 10-2-5 minta nagy porozitású cserépanyaga nagy plaszticitású („zsíros”) csillámos agyag, az edény maga temperált (az elnyújtott pórusok relaxált anyagra utalnak). A soványító szemcséi közepesen koptatottak. Minthogy valamennyi csillámos kvarcit és erősen málló biotit mellett jelentős mennyiségű szericitet és opak ásványokat tartalmaz, a nyersanyag kvarchomokkal vagy csillámos homokkal „lazított” zsíros agyag lehet.

A 10-5-1 minta ásványtani jellemzői hasonlóak a 10-2-5 mintához (vulkáni közet eredetű fragmentumokat nem tartalmaz, kvarctartalma viszonylag nagy), agyagásvány nyersanyaga tehát feltehetően ugyanazon zsíros agyag. Szeriális szerkezete és finomabb szemcsézete azonban finom kvarchomokkal való soványításra utal.

A fennmaradó **nem besorolható** három edénytöredék az előbbiektől és egymástól is különbözik.

A **10-1-1** minta mikroszerkezete arra enged következtetni, hogy a tárgy készítéséhez használt formába préselés után gyorskorongolt agyagmassza valamely „zsíros” agyagásványnak üledékes, homokos agyagásvánnyal készült, de nem eléggé megkevert és meggyúrt keveréke. A mátrixban levő klaszrok szemcseméret-megoszlása heterogén (durva kerámia); a plasztikus rész szövete orientált, a zárványszemcsék körül helyi rendezetlenség látható. A durva zárványszemcsék egy része limonitos

kőzetnodul, másodlagos ásványokként cirkont és köbös rendszerben kristályosodó, némelykor limonitosodást mutató opak ásványokat találtunk. Az égetési hőmérséklet viszonylag alacsony lehetett.



2. ábra. A 10-2-7 mintamikrofotó (1N: egy nikol, N+: két nikol).
Vulc: vulkanit, *Rez.Q:* reziduális kvarc, *Dendr.Sl:* dendrites salak, *M.Qt:* polikristallin kvarc, *Plg:* plagiokláz, *Amph:* amfibol, *Fl.vulc:* fluoritos vulkanit, *Tourm:* turmalin

A 10-1-6 minta a 10-1-1-nél homogénebb és porózusabb. Szövege orientált, gyengén hiátuszos, nyersanyaga zsíros agyag. Nem plasztikus klasztjai különböző összetételűek. Monokristályos kvarc klasztok mellett polikrisztallin kvarcot is tartalmaz, az egykristályos, változó vagy normál extinkciójú domináns kvarc komponens metamorf, illetve vulkáni eredetű. További nem plasztikus másodlagos ásványként zonált piroxén, üveg, vulkanit, riolitos vulkanit, izometrikus opak ásványok fordulnak elő. Az opak ásványklasztok nagyjából limonitos megjelenésűek, feltehetően a kiégetés következtében. A 10-1-7 mintában kerekítetlen nem plasztikus szemcsék mellett mintegy 40% az irányítatlanul beépült, többnyire koptatott szemcséjű agyagos közettörmelék (ARF). A kerámiaszövet viszonylag kompakt, kevésbé porózus; a domináns normál vagy erősen hullámos kioltási jellegű egykristályos kvarczárványok mellett polikrisztallin kvarcot, sok apró szemcséjű izometrikus opak ásványt, mikrokristályos kovát is találtunk benne.

4. Következtetések

A PM-eredmények alapján a minták három csoportba sorolhatók.

Az első csoport (összesen 5) egyede nagy plaszticitású, zsíros agyagból készült, amelyet többféle, eltérő szemcseméretű homokkal soványítottak; soványítóként vulkanitot is találtunk.

A második csoport ugyancsak zsíros agyagból készült két egyedének esetében soványítóként az előző csoport esetében alkalmazott homokos adalékokhoz csupán részben hasonló nem plasztikus adaléko(ka)t használtak. A fennmaradó három minta anyagi jellemzőit tekintve teljesen eltérő, sem az előző két csoporttal, sem egymással nem rokonítható, bár az agyagmátrixok nem plasztikus komponensei hasonló eredetűnek látszanak.

Az eddigi ásványtani adatok alapján megállapítható kiégetési hőmérséklet minden esetben viszonylag alacsony, 700–750 °C.

Köszönetnyilvánítás

Az EME Kutatóintézete keretében végzett kutatásunk része a 2008-ban indított *Műszaki- és kulturális örökségvédelem Erdélyben. Iparrégészeti, archeometallurgiai és archeometriai kutatások* keretprogramnak; anyagi háttérét részben a 828.3.1–6/1093/2012/BGA 2012-es, illetve az MTA-DSZ/54/2012-es kutatási projekt biztosította.

Irodalom

- [1] Alföldy-Găzdac Á. – Pánczél Sz. – Vass L. – Găzdac C. – Bajusz I. – Gudea N.: *Project Necropolis Porolissensis. Methods and perspectives*. Acta Terrae Septemcastrensis, Proc. 7th Intl. Colloquium of Funerary Archaeology, Special issue (Bibliotheca Septemcastrensis, XVII), VI (1). 2007. 9–17.
- [2] Szilágyi Veronika: *Kerámia anyagvizsgálata*. In Gróf P., Horváth F. – Kulcsár V. – F. Romhányi B. – Tari E. – T. Biró K. – Müller R. (ed.): *Régészeti kézikönyv*. Magyar Régész Szövetség. Budapest 2011. 4. fejr. 493-504.

Pataki Bernadeth, PhD hallgató, MTA MFA,

Konkoly Thege u. 29–33, H 1121 Budapest, bernadethpataki@gmail.com

Bitay Enikő, egyetemi docens, Sapientia – EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar, ebitay@ms.sapientia.ro

Veress Erzsébet, mb. tudományos munkatárs, EME Kutatóintézet,

Napoca u. 2–4, RO 400009 Kolozsvár/Cluj, veresserzsebet@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A POROLISSUMI (MOJGRÁD, ZILAH, ROMÁNIA) RÓMAI KORI TEMETŐ KERÁMIALELETEINEK ÁSVÁNYTANI (FTIR, XRD) JELLEMZÉSE

**PATAKI Bernadeth, BITAY Enikő, BRATU Ioan, INDREA Emil, CSIFÓ Irma,
KONYELICSKA Lóránd, VERESS Erzsébet**

Abstract

Mineralogical composition of the archaeological ceramics is determined by the raw materials mineralogical composition, by the stable and metastable solid phases formed during the pottery firing defined by the processing technology, and at some extent by the burial conditions.

The paper presents the FTIR and XRD study of a series of pottery shards originating from Porolissum (the Roman cemetery site) as well as that of some local clayish soil samples. Experimental data obtained permit the identification of the mineral phase composition of the samples as well as of some technological conclusions regarding the ceramics manufacturing. The prevailing mineral phase is quartz, different phyllosilicates, plagioclase, alkaline feldspars also appearing in every case. The firing of the ceramics presumably was conducted in oxidizing atmosphere, and at relatively moderated temperatures (the firing interval was estimated as being 700-750°C). In spite of the similarity of the mineral phase composition, the shards form three distinct groups, in agreement with the previous optical microscopic results. As the multiphase composition of the ceramics follow quite well that of the local soil samples, the use of local raw materials cannot be excluded.

Keywords:

Archaeometry, FTIR, XRD, ceramic provenance study.

Összefoglalás

A régészeti cserepek ásványos összetételét a fazekasok által felhasznált nyersanyagok mellett elsősorban a gyártási technológia (a kiégetés) körülményei határozzák meg. Ismerete elengedhetetlen a leletek eredetvizsgálatában.

Jelen dolgozatunkban tíz, a porolissumi római kori temetőből származó, makroszkópos jellemzőik alapján kiválasztott kerámiaminta, valamint három, a lelőhelyhez közel begyűjtött agyagos talajminta XRD és FT-IR spektroszkópiai vizsgálatának eredményeit mutatjuk be. A mérési adatok alapján a vizsgált cserép és agyagminták ásványösszetétele hasonló, fő összetevőik (a kvarc mellett) a különféle filloszilikátok, plagiokláz, kisebb mennyiségben alkáli földpátok. Kiégetésük oxidáló légkörben, a 700–750°C-os hőmérséklet-tartományban történt. Ásványos összetételük alapján a cserepek hasonlóságuk ellenére (a közettani mikroszkópos eredményekkel összhangban) három jól elkülönülő csoportba sorolhatók. A kerámiaminták és az agyagos talajminták FTIR és XRD adatai szerint a helybeli nyersanyagok használata nem zárható ki.

Kulcsszavak:

Archeometria, kerámia eredetvizsgálat, FTIR, XRD.

1. Bevezetés

A régvolt fazekasok által felhasznált nyersanyagok eredete teljes bizonyossággal többnyire nem állapítható meg, a cserépminták ásványos összetételének ismeretében azonban sok esetben elég jól

behatárolható. A kiégetéskor keletkezett és az égetés során változatlanul maradó, illetve az eltemetés során átalakult ásványfázisok segítségével az égetési körülményekről is pontosabb képet alkothatunk. Az ásványos összetevők meghatározása során a régészeti kerámiák *röntgen pordiffrakció*s (XRD) vizsgálata jól kiegészíti a minden esetben alkalmazandó kőzettani mikroszkópos elemzést. Mivel az XRD-analízis eredményei a cserépdarab egészére vonatkoznak, az általa szolgáltatott ásványtani adatok átfogóbban jellemzik a mintát, mint a mikroszkópia, amelynek eredményeit nagymértékben befolyásolhatja az, hogy a vékonycsiszolat a cserép mely részéből készült. Az XRD-vizsgálat adatokat nyújt a polarizációs mikroszkóppal kevésbé (vagy egyáltalán nem) vizsgálható finomszemcsés ásványos összetételről is.

Az *IR-spektroszkópia* a kerámialeletek archeometriájának másik könnyen alkalmazható, érzékeny, az ásvány-kőzettani vizsgálatokat jól kiegészítő módszere. Az FT-IR spektrumok segítségével jó közelítéssel következtethetünk a cseréptárgyak kiégetése során bekövetkező termikus átalakulásokra (vízvesztés, dehidroxiláció, szerves anyagok hőbomlása, redox átalakulások, szerkezeti átalakulások), illetve az eltemetődés során bekövetkező rehidratációra, mállásra, egyes elszennyeződésekre [1].

2. Kísérleti körülmények

Vizsgálatunkat tíz, a makroszkópiai jellemzők alapján kiválasztott kerámia mintán és három, az ásatási helyhez közeli agyaglelőhelyről begyűjtött agyagos talajmintán végeztük. A cseréptöredékeket és az agyagmintákat 24 óráig 60 °C-on szárítottuk, majd agátmozsárban porítottuk.

Az *XRD*-mérésekhez Bruker D8 Advance diffraktométert használtunk (monokromatikus koherens Cu- K_{α} beeső sugárnyaláb, $2\theta = 5^{\circ}$ – 90° , $\Delta 2\theta = 0.01^{\circ}$, sugárforrás: 45 kV-on 45 mA árammal fűtött Cu anódos röntgenső, Ni monokromátor, Soller-rések, spektráltiszta α - Al_2O_3 belső standard). A kristályfázisok meghatározása a MATCH! pordiffrakció fázisazonosító programmal történt, az IUCr/COD/AMCSD referencia adatbázis adatainak felhasználásával.

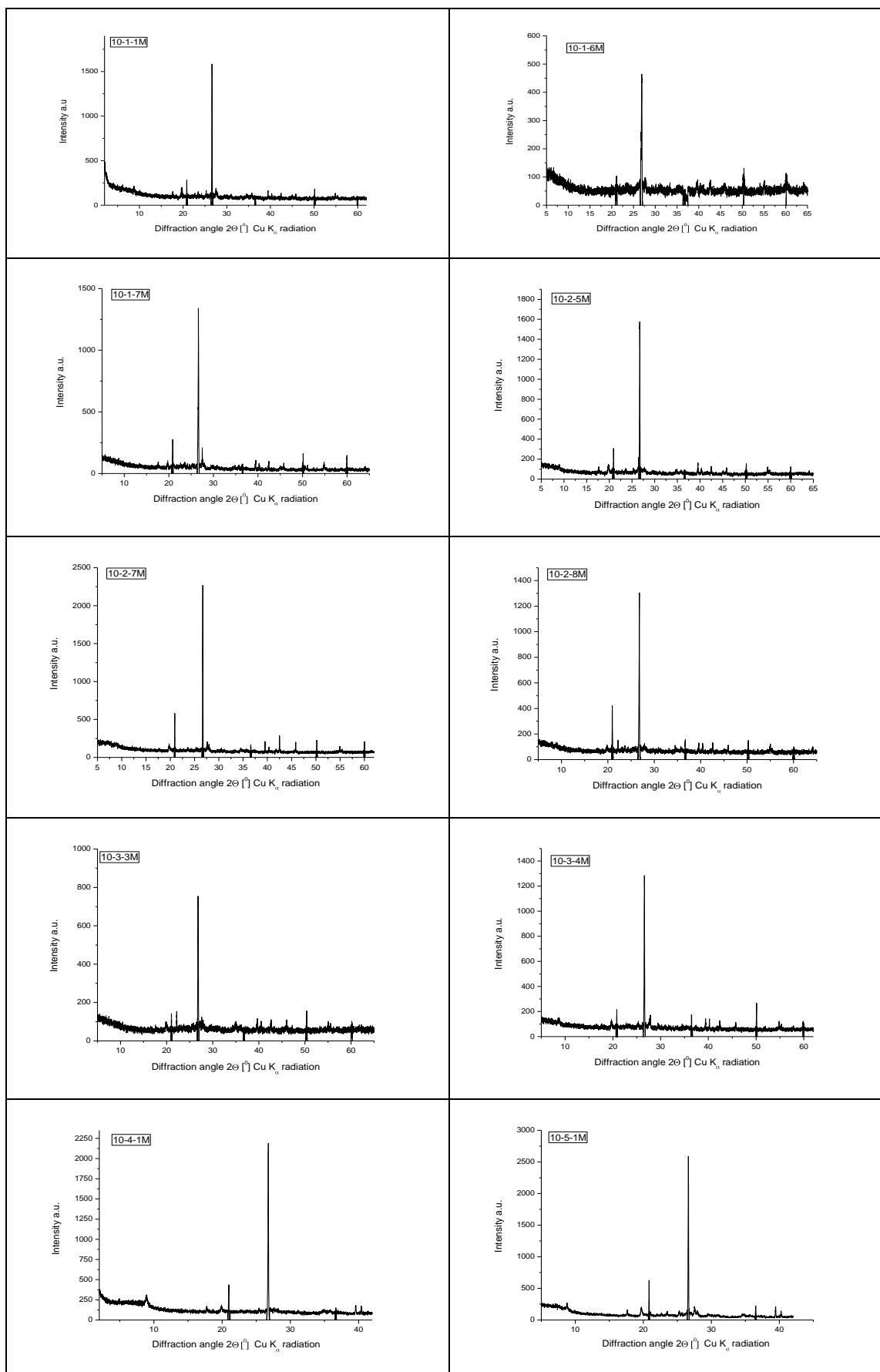
Az *FT-IR*-spektrumok JASCO FT-IR-6100 spektrométerrel készültek, KBr pasztillákon (a pasztillák készítéséhez 2 mg mintaörlemény és 300 mg KBr homogén keverékét 200 at nyomáson tablettáztuk), a 4000–400 cm^{-1} hullámszám tartományban (felbontás: 1 cm^{-1}).

3. Eredmények

Röntgendiffraktometria

A kerámiaminták diffraktogramjait az **1. ábrán** mutatjuk be, a diffrakciós adatokból meghatározott ásványfázisokat pedig az **1. táblázat**ban foglaltuk össze.

Az **1. ábrán** látható diffraktogramok, illetve a táblázatba foglalt félkvantitatív adatok alapján a fazekasok által használt valószínű nyersanyag (esetleg az agyagkeverék egyes összetevői) nem származott (nem származtak) a lelőhely közvetlen közeléből, mivel azonban a környék agyaglelőhelyeinek vizsgálata még nem teljes, a helybeli származás egyelőre nem zárható ki.



1. ábra. A vizsgált cserépminták XRD diffraktogramja.

1. táblázat. A minták ásványösszetétele (XRD eredmények).

1.

Minta	Q	Phy	Ms	Kfp	Plg
10-1-1	****	**	****	*	**
10-1-6	**	-	**	-	**
10-1-7	***	**	***	*	***
10-2-5	****	**	****	-	**
10-2-7	*****	**	***	-	**
10-2-8	***	**	***	*	**
10-3-3	**	*	*****	-	***
10-3-4	***	**	*****	-	**
10-4-1	*****	***	***	-	**
10-5-1	*****	***	***	-	*
10-A-1	*****	*****	*****	tr.	**
10-A-2	*****	*****	***	*	**
10-A-3	*****	***	***	tr.	**

Q: kvarc, Phy:filloszilikátok („10Å fázis”), Ms: muszkovit,

Kfp: K-földpát, Plg: plagiokláz, tr.: nyomokban.

10-A-1, 10-A-2, 10-A-3: agyagos talajminták.

A rendelkezésünkre álló adatok eddigi részleges feldolgozása a fentebb megfogalmazottaknál pontosabb, határozottabb következtetésekre nem ad lehetőséget, ehhez az XRD-adatok teljes feldolgozása mellett feltétlenül szükséges lesz a minták makroelemi összetételének és nyomelemtartalmának meghatározása is.

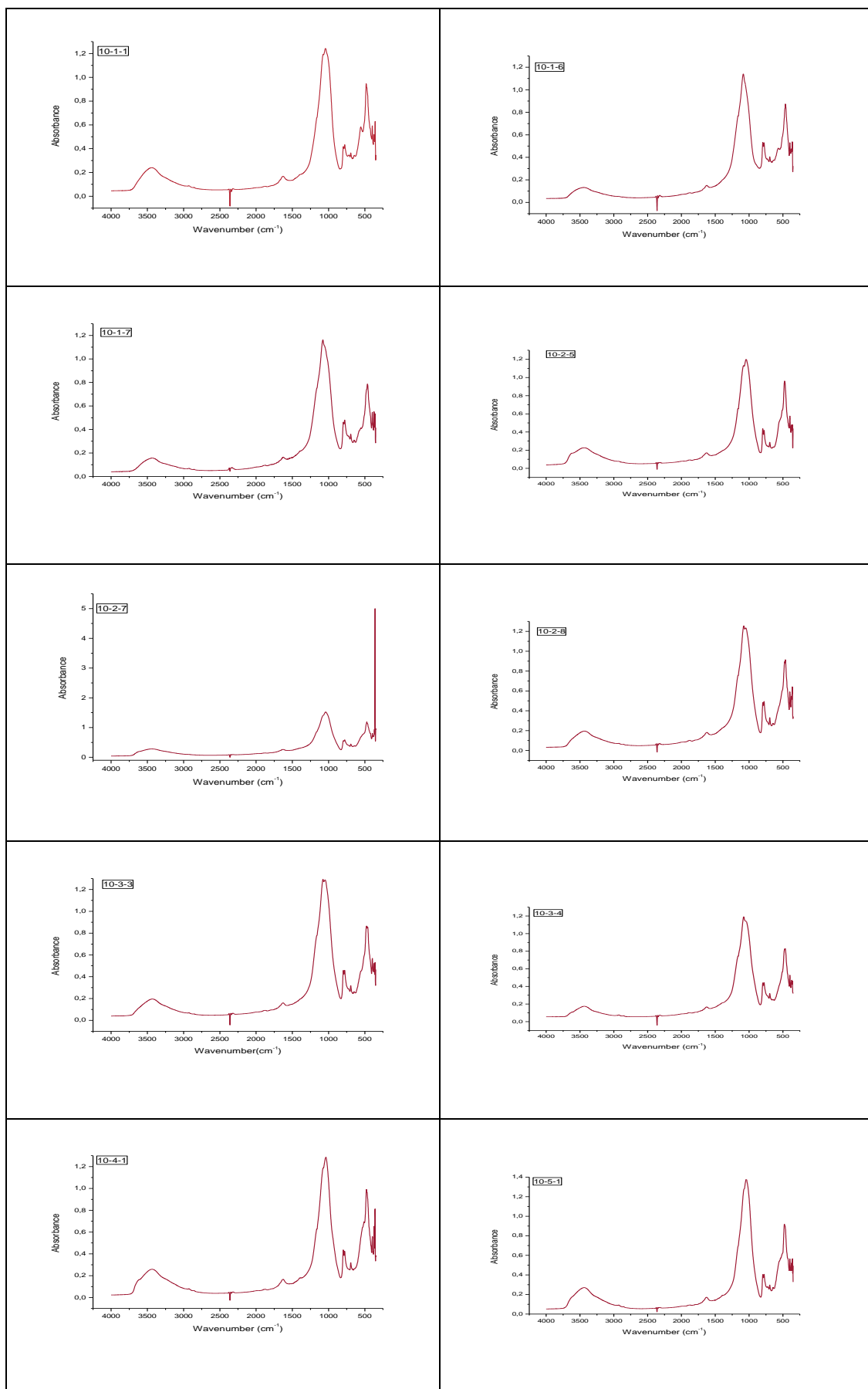
FT-IR-spektroszkópia

Az agyagásványok (aluminoszilikátok) IR-rezgési spektruma a hidroxil-csoportok (O-H), a tetraédes szilikát Si-O, az oktaédes alumínát Al-O és a rétegek közötti vagy intersticiális kationok M-O rezgési sávjából áll össze [2]. Az agyagásványok legjellemzőbb IR-rezgési sávjainak spektrális pozíciója:

Spektrális tartomány (cm ⁻¹)	A rezgés forrása
3750 – 3400	OH vegyértékrezgés
950 – 600	OH libráció
200 – 700	átfedő tetraédes Si-O és oktaédes Al-O vegyértékrezgés
600 – 150	Si-O deformációs rezgés (erősen átfed a rácsrezgésekkel)

Dehidroxiláció következtében 600 °C felett a jellegzetes 3400–3700 cm⁻¹ és 920 cm⁻¹ körüli OH sávok gyengülnek, esetleg el is tűnnek, a kristályos szilikát szerkezet 500 °C fölött kezdődő összeomlásával pedig egy nagy intenzitású, széles, közel szimmetrikus abszorpciós sáv jelenik meg 1050 cm⁻¹-es maximummal. Ha tehát egy cserépminta FT-IR-spektrumán hiányzik vagy gyenge a 3700 cm⁻¹ körüli jellemző OH-sáv, a mintát 600 °C fölött égették.

A vizsgált minták FT-IR-spektrumait a **2. ábrán** mutatjuk be, az elnyelési maximumok alapján azonosítható ásványos fázisokat pedig a **2. táblázatban** foglaltuk össze.



2. ábra. A vizsgált kerámia minták FT-IR spektrumai.

A kerámiák IR-spektrumának legtöbb információt tartalmazó spektrumtartománya általában a 2000 és 400 cm^{-1} közötti. A vizsgált minták FTIR-spektrumában 1700–400 cm^{-1} között az irodalomban közölt adatok alapján [3–6] a kvarc, plagioklázok, K-földpátok, különböző filloszilikátok jellemző elnyelési sávjait azonosítottuk. Az egyes minták esetében az azonos hozzárendelésű elnyelési sávok maximuma 1–10 cm^{-1} eltolódást mutathat, egyrészt az eltérő koordinációs környezet, másrészt a szerkezeti rendezetlenség eltérő mértéke miatt. A fő elnyelési maximumok alapján félkvantitatív pontossággal meghatározható a minták ásványos összetétele (**3. táblázat**).

2. táblázat. A minták ásványos összetétele (félkvantitatív FT-IR eredmények).

Minta	Q	Phy	Ms	Kfp	Plg
10-1-1	***	**	***	**	**
10-1-6	***	**	**	*	*
10-1-7	***	**	**	*	*
10-2-5	**	**	*	*	*
10-2-7	***	**	*	*	*
10-2-8	***	**	**	**	**
10-3-3	****	**	**	**	*
10-3-4	****	**	*	*	**
10-4-1	****	**	*	tr.	**
10-5-1	****	**	*	*	*
10-A-1	****	**	*	tr.	tr.
10-A-2	****	**	**	**	**
10-A-3	***	**	***	tr.	np.

Q: kvarc, Phy:filloszilikátok, Ms: muszkovit, Kfp: K-földpát,

Plg: plagiokláz, tr.: nyomokban.

10-A-1, 10-A-2, 10-A-3: agyagos talajminták.

Mint a **2. ábrán**, és a 3. Táblázat hozzárendelési adataiból látható, az összes vizsgált minta (kerámia, agyag) IR spektrumát a Si-O-Si vegyértékrezgések (1200–1000 cm^{-1}), illetve a kvarc Si-O 786 cm^{-1} körüli vegyértékrezgései uralják [2]. A makroszkópos vizsgálat alapján a kerámiák mindegyike tartalmaz vas-oxidokat is, amelyek rezgései általában 500 cm^{-1} alatt várhatóak, ez a spektrumtartomány azonban már nem értékelhető megfelelően.

A 912 cm^{-1} -nél jelentkező és az Al-OH deformációs rezgéséhez hozzárendelhető közepes intenzitású, éles sáv csak az agyagminták IR-spektrumában található meg, hiánya a kerámiák esetében 700 °C fölötti égetési hőmérsékletre utal [7,8]. Az agyagásványok kiégetési hőmérséklete jól közelíthető az IR-spektrum egyes sávjainak eltolódása alapján is [9,10]. A legintenzívebb Si-O-Si vegyértékrezgés 1050 cm^{-1} felé csúszása egyes kerámia spektrumokon magasabb, 750 °C körüli égetési hőmérsékletet valószínűsít. A feltételezett magas kiégetési hőmérséklet ellenére az egyes spektrumokban 3620 cm^{-1} -nél továbbra is azonosítható szerkezeti OH-sáv magyarázata az, hogy az agyagásvány a magas

hőmérséklet ellenére sem teljesen dehidratálódott. Az egyes kerámiákban jelen levő, egyébként 200 °C fölött elbomló montmorillonit az eltemetődés során bekövetkezett hidrolízisnek tulajdonítható.

3. táblázat. A spektrumvonalak abszorpciós maximumának frekvenciája.

Hullámszám cm ⁻¹		Hozzárendelések
Kerámiák	Agyagok	
3425–3455	3440	Al-O-H ⁵ (Mo)
3285 sh	3285	ads. H-O-H (Mo,Ms)
2928	2929	
2856	2857	
1625–1631 w	1636	H-O-H (Mo)
1406	1400	C-O (Ca)
1164 sh	1164 sh	H-O-H (Mo) Si-O (Ms)
1078–1082	1080 sh	Si-O ⁵ (Q)
1040–1050	1034 s	Si-O ⁵ (Il, Mo) Si-O-Si (Ms)
	913 sh	Si-O (Phy)
873 sh		C-O (Ca)
798	799	Si-O ⁵ ⊥ opt. axis (Q)
774–780	774	Si-O ⁵ ∥ opt. axis (Q)
719–729	720	Si-O-Al (Plg, Ms)
693–695	696	Si-O-Al (K,Mo,Ms) Si-O ⁵ (Q)
643–649 sh	648	Si-O ⁸ (K, Kfp)
606	596	Si-O ⁸ (K, Plg)
570–577 sh		Al-O-H (Plg, Kfp, Mo)
553		Si-O ⁵ (Q,Ms)
510–512 sh		Si-O ⁸ (Q)
472-482		Si-O ⁸ (Q,Mo,Ms)
459–465	467	Si-O ⁸ (Q,Ms) Si-O-Mg (Mo)
432		Si-O ⁸ (K,Q,Mo,Ms)

K: kaolinit, Q: kvarc, kvarcit, Mo: montmorillonit, Il: illit, Ms: muszkovit, Phy:filloszilikátok, Kfp: K-földpát,Plg: plagiokláz, Ca: (másodlagos?) kalcit
sh: váll, s: erős, w: gyenge

4. Következtetések

Az XRD és FTIR vizsgálatok eredményei alapján a minták három csoportba sorolhatók, a következő módon: (10-1-1, 10-1-6, 10-1-7), (10-2-7, 10-2-8, 10-3-3, 10-3-4, 10-4-1), illetve (10-2-5, 10-5-1). Ez a csoportosítás megfelel az előzetes közettani mikroszkópos vizsgálat által sugalltnak.

Az egyes kerámia- és agyagminták ásványos fázisösszetétele a mérési adatok jelen feldolgozási állapotában mindkét mérési módszerrel meghatározható, de csak félkvantitatív pontossággal, az eredmények pedig bizonyos mértékben különböznek, feltehetőleg a két mérési módszer eltérő pontossága miatt. Pontosabb eredményeket csak a mérési adatok további feldolgozásától várhatunk. Az ásványtani adatok alapján a vizsgált kerámiák maximális kiégetési hőmérséklete 700–750 °C. Mint az eddigi eredmények alapján megállapítható, az edények készítéséhez felhasznált nyersanyag nem származhatott a lelőhely közvetlen közeléből, mivel azonban a környék agyaglelőhelyeinek vizsgálata még nem teljes, a helybeli származás egyelőre nem zárható ki.

Köszönetnyilvánítás

Az EME Kutatóintézete keretében végzett kutatásunk része a 2008-ban indított *Műszaki- és kulturális örökségvédelem Erdélyben. Iparrégészeti, archeometallurgiai és archeometriai kutatások* keretprogramnak; anyagi háttérét az MTA-DSZ/54/2012-es kutatási projekt biztosította.

6. Irodalom

- [1] Pataki B. – Bratu I., – Gindele R., – Veress E.: *Az FTIR spektroszkópia alkalmazhatósága régészeti kerámiák eredetvizsgálatában*. In: Bitay E. (szerk.): FMTÜ XVI. EME, Kolozsvár, 2011. 239–242.
- [2] Farmer, V.C.: *The infrared spectra of minerals*. Bartholomew Press, Dorking, 1974. 331.
- [3] Barone G., Crupi V., Longo F., Majolino D., Mazzoleni P., Tanasi D., Venuti V.: *J. Molec. Struct.* 993, 2011. 147–150.
- [4] Barilaro D., Barone G., Crupi V., Majolino D.: *Spectroscopy* 20, 2005. 16.
- [5] Madejova, J.: *Vibrational Spectroscopy* 31. 1, 2003. 1–10.
- [6] Russel, J.D., *Infrared methods*, in: Wilson, M.J.: „*A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy*”. Ed. Blackie & Son, Glasgow–London, 1987. 11–67.
- [7] Mihály J. – Berthold C. – Szilágyi V. – Leno V. – Zöldföldi J. – Csengeri P. – T. Biró K.: *Archeometriai Műhely* ,4. 2010 249–257.
- [8] De Benedetto, G.E., Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, PG.: *J. Cult. Herit.* 3, 2002. 177–186.
- [9] Shoval, S., Beck, P.: *J. Therm. Anal. Cal.* 82, 2005. 609–616.
- [10] Velraj, G. – Janaki, K. – Mohamed Musthafa, A. – Palanivel, R.: *Spectrochim. Acta A: Mol. Biomol. Spectr.* 72, 2009. 730–733.

Pataki Bernadeth, PhD hallgató, MTA MFA,

Konkoly Thege u. 29–33, H 1121 Budapest, bernadethpataki@gmail.com

Bitay Enikő, egyetemi docens, Sapientia – EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar, Marosvásárhely, RO 540485 Tg. Mureş , OP 9. CP 4. ebitay@ms.sapientia.ro

Veress Erzsébet, mb. tudományos munkatárs, EME Kutatóintézet,

Napoca u. 2–4, RO 400009 Kolozsvár/Cluj, veresserzsebet@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ ACÉL KARBONTARTALMÁNAK HATÁSA A KOPÁSI FOLYAMATRA

PINKE Péter

Abstract

It is known that the hardness of steels and alloys show strong correlation with the carbon content. Also it can find a many papers about the wear properties of the high hardness steels. I wanted to analyse the possible correlation between the martensite hardness and the wear properties of low alloyed, hypoeutectoid structural steels during dry friction.

Keywords:

wear, martensite, hardness

Összefoglalás

Ismert, hogy a keménység és a kopásállóság egymással igen jól korrelál. A keménység és az acél karbontartalmának kapcsolata valamint a martenzit keménységének karbontartalom-függése szintén közismert. Kísérleteim során összefüggést kerestem az alacsony karbontartalmú és ötvözöttségű szerkezeti acélok kopásállósága és a karbontartalma között.

Kulcsszavak:

kopás, martenzit, keménység

1. Bevezetés

A kopási folyamat igen összetett jelenség, melyet a gépészeti gyakorlatban a keménységgel, mint egyszerűen mérhető paraméterrel jellemeznek. A keménység az acél kémiai összetételétől és szerkezetétől, vagyis hőkezeltségi és alakítottási állapotától függ [1-2]. Kopásállósági sorrend meghatározásához különböző kráterkoptató berendezések használatosak. Az Óbudai Egyetem Anyag és Alakítástechnológia Szakcsoportja által kifejlesztett kráterkoptató berendezés [3-4] eredményesen alkalmazható összehasonlító vizsgálatokhoz. A kopási folyamat vizsgálata során több megállapítás vált ismertté, amely a szövetszerkezet és a kopásállóság kapcsolatát tárgyalja. A kis karbontartalmú alacsony ötvözöttségű acélok különböző hőkezeltségi állapotban végzett összehasonlító kopásvizsgálatainak eredményeként a szakcsoport munkatársai megállapították, hogy a bénites darabok keménysége elmarad a martenzites szövetszerkezetű darabokétól, de kopásállóság szempontjából a különbség csekély [6,7]. A martenzit keménysége a karbontartalomtól függ [5]. Felmerül azonban kérdésként, hogy a karbontartalomnak milyen hatása van kopásállósági

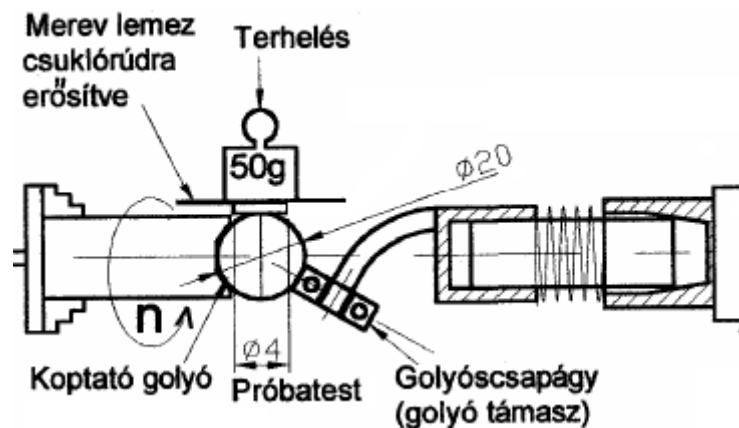
szempontból. A kopási folyamat kinetikájára szintén hatással van az acél szerkezete és homogenitása is [8]. Munkámban kísérleti úton kerestem válaszokat ezekre a kérdésekre.

2. Kísérletek és próbatetek

A kísérleteket az Óbudai Egyetem Anyag és Alakítástechnológia Szakcsoportjának laboratóriumaiban végeztem el. A koptató kísérletekhez kráterkoptató berendezést (1. ábra) használtam. Azonos kémiai összetételű acélok esetén a bénites és a martenzites szerkezetű darabok között keménység szempontjából jelentős különbség tapasztalható, míg kopásállóságuk közel azonos, sőt számos esetben, a gyakorlatban (örlő malmok, vasúti sínek) előnyösebbek a bénites állapotú acélok [2].

2.1. Kísérleti elrendezés

A koptató kísérletek elvégzéséhez az 1. ábra szerinti berendezést használtam. A kopási folyamat során a kikoptatott kráter mélységét Cary típusú elmozdulásmérővel mértem, ennek pontossága 0,1 μm.



1. ábra Kráterkoptató berendezés elvi ábrája [4]

A kopási tényező számításához a következő Archard összefüggést alkalmaztam:

$$K = \frac{C_K^2}{2 \cdot N_C \cdot f} \quad [\text{m}^2/\text{N}] \quad (1)$$

Ahol: S: kopási út [m], t: kopási idő 5 [min], h: a kikoptott kráter mélysége [m]. A tengely fordulatszáma $f = 500$ [1/min], a függőleges irányú terhelés $N_C = 0,86$ [N] volt, amely egy konstans súlyterhelésből és a tapintó terheléséből adódik.

A krátermélységre érvényes

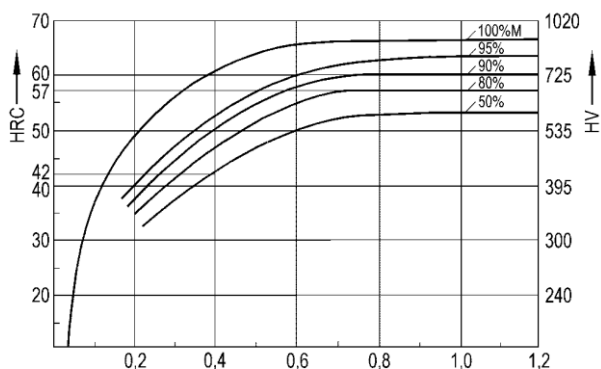
$$h = C_K \cdot \sqrt{t} \quad [\text{m}], \quad (2)$$

ahol
$$C_K = \sqrt{2KN_C f} \quad (3)$$

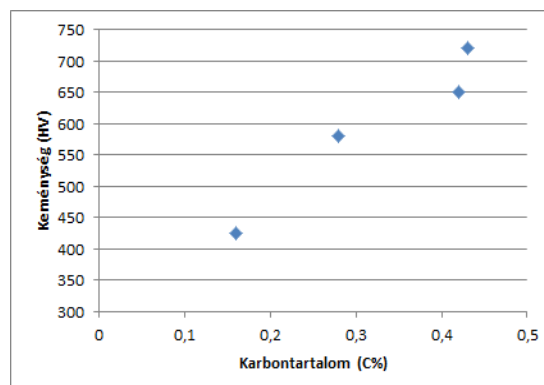
2.2. Próbatestek

A próbatetek edzés után közel tiszta martenzites állapotúak voltak, a vizsgált próbadarabok kémiai összetételeket az 1. táblázat foglalja össze, míg a hőkezelés paramétereit a 2. táblázat mutatja be. A próbatetek Ø4x2 mm méretű tárcsák voltak.

A martenzit keménysége a karbontartalomtól erősen függ (2. ábra). A vizsgált acélok esetében a mért keménység (3. ábra) kisebb volt az elvárt értékeknél, valószínűleg a megeresztés következményeként. Az alacsony hőmérsékletű megeresztést viszont nem lehetett elhagyni, mert a gyakorlatban megeresztés nélküli martenzites szerkezetű alkatrészt nem alkalmaznak.



2.ábra A martenzit keménysége a karbontartalom függvényében [5]



3.ábra A kísérleti acélok keménysége a karbontartalmuk szerint

1. táblázat A próbatetek kémiai összetétele (tömeg%)

Acélminőség	C%	Cr%	Si%	Mo%	Mn%	V%
1.7242 (16CrMo5)	0,16	1,15	0,25	0,25	0,65	0,05
1.0503 (C45)	0,43	-	0,2	0,1	0,8	0,1
1.7039 (41CrS4)	0,42	1,12	0,2	0,1	0,7	0,05
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	0,28	0,21	0,2	-	1,45	0,13

2. táblázat A próbatetek hőkezelési paraméterei

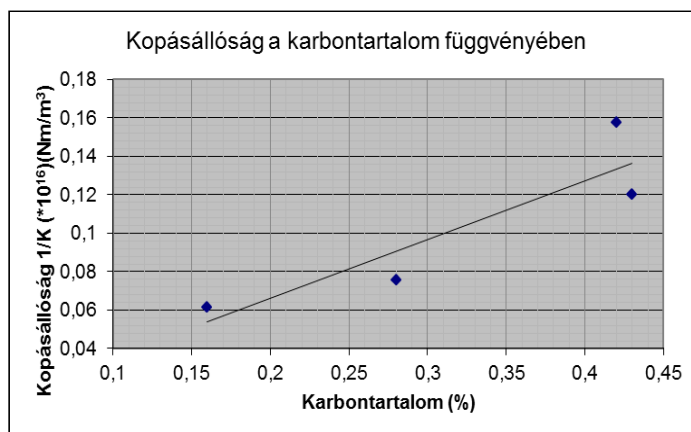
Acélminőség	Auszténítési hőmérséklet (°C)	Hűtés	Megeresztés (°C)
1.7242 (16CrMo5)	870	víz	200
1.0503 (C45)	850	víz	200
1.7039 (41CrS4)	850	víz	200
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	900	víz	200

3. Eredmények és következtetések

A vizsgált acélok keménységét és a kiszámított kopási tényezők értékeit a 3. táblázat foglalja össze. A kopásállóság a kopási tényező reciprok értékével jellemezhető. A kopásállóság és a vizsgált acélok karbontartalma közti kapcsolatot a 4. ábrán látható diagram mutatja.

3. táblázat A vizsgált acélok keménysége és kopási tényezői

Acélminőség jele	Keménység HV30	Kopási tényező K (m ³ /Nm)
1.7242 (16CrMo5)	425	16,3·10 ⁻¹⁶
1.0503 (C45)	720	8,33·10 ⁻¹⁶
1.7039 (41CrS4)	650	6,34·10 ⁻¹⁶
1.6753 (23MnNiMoCr6-4)	580	13,2·10 ⁻¹⁶



4. ábra A kopásállóság változása a karbontartalom függvényében

7. Összefoglaló

A kísérleti eredmények alapján elmondható, hogy a kopásállóság és a keménység között egyértelmű kapcsolat van, amely a kopásállóság és a karbontartalom közti összefüggésre vezethető vissza, ennek leírására azonban további kísérleti eredmények szükségesek. Az elvégzett kopásvizsgálatok alapján megállapítható, hogy közel azonos karbontartalom, de eltérő ötvözöttség mellett, eltérő kopási tényezők adódnak, amely arra utal, hogy az ötvözők hatására a kialakult martenzit kopásállóbb lett. Amennyiben a karbon, mint ötvöző hatását kívánjuk megismerni, akkor nagyszámú különböző karbontartalmú ötvöztelen acél vizsgálata szükséges.

Irodalom

- [1] Bagyinszki Gy. – Réti T. – Kálazi Z. – Felde I. – Sun Y. – Bell T.: *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.
- [2] Kovács T. – Dévényi L.: *The effect of microstructure on the wear phenomena* Material Science Forum Vols. 537–538. Trans. Tech. Publications Switzerland, (2007.) pp. 397–404.
- [3] E Bitay, A Roosz: *Investigation of Phenomena Taking Place in Laser Surface Alloying Steels of WC-Co Materials* Science Forum Vol. 508-509: 2006 pp. 301-308.
- [4] Kovács T., Dévényi L.: *Kopásvizsgálati eljárás fejlesztése*, Anyagok Világa 5:(1) p. 12. (2004)
- [5] Gáti J.: *Hegesztési zsebkönyv*, Cokom Kft. Miskolc 1996. pp. 31.
- [6] Bitay E. – Kovács T.: *The effect of the laser surface treatments on the wear resistance* Materials Science Forum 649 (2010.) pp. 107-112.
- [7] Kovács T. – Pinke P.: *The Effect of Microstructure on the Local Wear Behavior of Heat Treated Structural Steel*, Periodica Polytechnica-Mechanical Engineering 55:(1) (2011) pp. 38-42.
- [8] Reti T. – Kovacs T.: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions* Material Science Forum Vols. 414-415: (2003) pp. 317-322.

Dr. Pinke Péter, egyetemi adjunktus
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony
 Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
 Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská republika
 Tel.: 00421/33 [552 1007](tel:00421335521007) email: peter.pinke@stuba.sk



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A FELÜLETI MIKROGEOMETRIA ÉS A TŰRÉS KAPCSOLATA

PINTÉR László, PALÁSTI KOVÁCS Béla

Abstract:

Relationship between surface roughness, surface microgeometry and tolerance is the main topic of paper. Wide range of techniques are known to characterise the surfaces, but industrial practise applies only some of them. In many cases the reliability of these relations are not acceptable because they can not used in case of modern industrial technologies. Different equations between tolerance and surface roughness parameters (R_a , R_z , P_z) are overviewed. Paper presents surfaces produced different techniques and characterise them pointing there relation to tolerance and fitting. Based on results and experience designing principles are drawn up.

Key words: surface roughness, tolerance, surface micro-geometry

Összefoglaló:

A dolgozat fő témája a felületi érdesség, illetve a felületi mikrogeometria és a tűrés közti kapcsolat keresése. Rávilágít arra, hogy a birtokunkban levő tudás, amellyel a felület jól feltérképezhető, az iparban kevéssé kerül felhasználásra. Bemutatja, hogy ezek az összefüggések a technológia nagymértékű fejlődése miatt már nem minden esetben adnak megbízható eredményt. A dolgozat a tűrések különböző fokozataival, a tűrésnagyság és a felületi érdesség egyes mérőszámai (R_a , R_z , P_z) közötti összefüggésekkel foglalkozik. Arra próbál rámutatni, hogy a kapcsolatban levő felületek megmunkálásának minősége miként befolyásolhatja az illesztés jellegét és annak megváltozását. Kifejti, hogy a valós illeszkedési problémák feltérképezéséhez több információ szükséges az általánosan megszokott és elfogadott jellemzőkön kívül.

Kulcsszavak: felületi érdesség, tűrés, felületi mikrogeometria

1. Bevezetés:

Ma az alkatrészgyártásban és a gépipar számos területén rendelkezünk olyan tudással, amelyek segítségével a gyártási folyamatok mind műszakilag, mind gazdaságilag jól optimalizálhatók. Vannak azonban olyan területek is ahol a meglévő eszközöket nem használjuk ki kellőképpen, elődeink tapasztalataira hagyatkozunk csupán. A korábban elterjedt és mai napig használatos elvekre támaszkodunk, még akkor is, ha léteznek precízebb, több információt nyújtó és végeredményben hatékonyabb rendszerek is. Ilyen a felületi érdesség és a tűrés tárgyköre is, különösképp, ha azok jellemzését és a köztük levő kapcsolatot vizsgáljuk.

2. Tűrés rendszer és az érdesség közti összefüggés

A tűrések és illesztések rendszerét az ISO 286 jelű szabvány írja le [1]. Megalkotásánál különböző nemzetek tapasztalataira támaszkodtak. Az összefüggéseket tapasztalati úton vezették le feltételezve hogy azonos gyártási eljárás esetén a gyártási eltérés és a névleges méret standardeltérések viszonya közelítőleg parabolikus.

$$T = i \times q \quad (1)$$

$$i = 0,45 \times \sqrt[3]{D} + 0,001 \times D$$

i – tőréségység (μm)

D – az átmérőcsoport

q – tőrésfokozattól függő szorzó

mértani középátmérője (mm)

Ha tőrés és az érdesség közt szeretnénk kapcsolatot keresni már nem csak egy általános összefüggést találunk. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy ugyan nincs általános összefüggés a felületi érdesség és a tőrés között, a gyártmány mérettőrésait mégis csak korlátos nagyságú felületi érdességgel lehet biztosítani. A kapcsolat felállítására több összefüggés is született [2]. Egyes kísérletek azt mutatták, hogy az $R_{\max}=0,25T$ az a maximális érdesség, amellyel az adott tőrés még biztonságosan megvalósítható (H. Moll szerint). Létezik olyan összefüggés, amely más megközelítésből indul. A kapcsolatot itt a tőrés és h_q , illetve R_a között vélték keresni.

$$h_q = 0,18 R_{\max}^{1,1} \quad (2)$$

ahol h_q a simasági mérőszám. ($R_a \approx (0,9 - 1)h_q$)

A harmadik összefüggés a különböző érdességi fokozatok átlagos érdességét a tőrésnagyság függvényében a következő összefüggésből származtatja:

$$R_a = kT^n \quad (3)$$

- ahol T a tőrésnagyság
- k a fokozattól függő állandó
- n állandó.

Az egyes fokozatoknak megfelelő állandók tapasztalati adatok alapján a következők:

$k=0,02$ finom fokozatra

$k=0,04$ közepes fokozatra

$k=0,08$ durva fokozatra

$n=0,8$ mindhárom fokozatra [3].

Ugyan ennek a formulának létezik tényezőikben valamelyest eltérő változata is. Ebben az esetben:

$k=0,025$ finom fokozatra

$k=0,05$ közepes fokozatra

$k=0,1$ durva fokozatra [4].

Továbbá más nemzeti szabványokban is fellelhetők ehhez hasonló összefüggések. Az olasz szabvány (UNI 3963) is közöl megoldást erre a problémára.

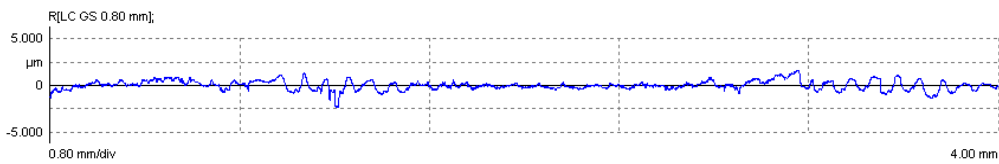
$R_t=0,25T$ (durva fokozat)

$R_t=0,125T$ (finom fokozat)

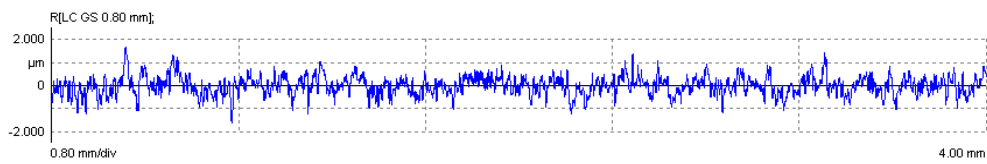
3. Az érdességi paraméterek és tőrés viszonya különböző megmunkálásnál:

Egy alkatrész működése során fontos szerep jut annak a felületi rétegnek, mely magán hordja a rá jellemző érdességet is. Gondot jelenthet, hogy két különböző eljárással gyártott alkatrész R_a átlagos

érdessége azonos értéket mutathat, miközben a profilok a megmunkálási eljárásból adódóan egészen más jellemzőkkel bírnak. (1. ábra.)



Roughness parameters - Roughness1: R[LC GS 0.80 mm];	
Ra	0.3740 μm
Rq	0.4944 μm
Rz	2.4209 μm



Roughness parameters - Roughness1: R[LC GS 0.80 mm];	
Ra	0.3215 μm
Rq	0.4116 μm
Rz	2.5201 μm

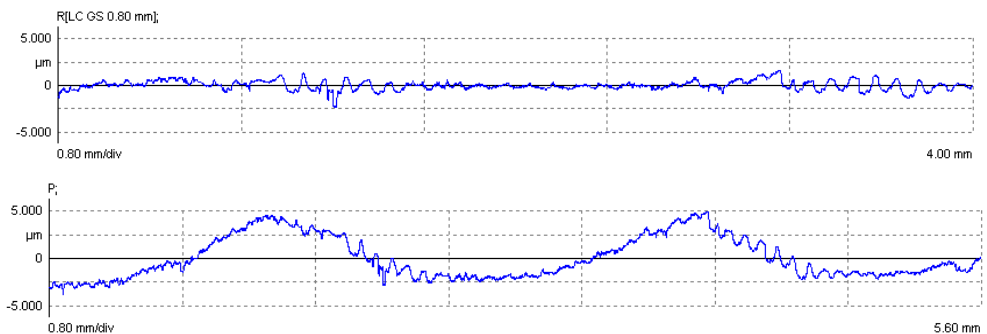
1. ábra. Különböző megmunkálások érdességi jellemzői.

4. Érdesség, mint a tűrés alkotórésze

Miután a kezünkbe kapjuk a legyártandó alkatrész rajzát, azonnal meg tudjuk határozni, hogy milyen finomságú megmunkálást igényel. Különösen a finom megmunkálásokat igénylő alkatrészek esetén fontos hogy tisztában legyünk az általunk alkalmazni kívánt eljárással létrehozott felület jellemzőire és tudjuk, hogy milyen méretű az a felületi réteg, amelyben a megmunkálásból származó nyomok megjelennek.

5. A felület mikrogeometriájának viszonya a tűréshez:

A felületről a legtöbb információt a szüretlen profilparaméterek felvételével kapjuk. Ezen paraméterek értékeiben már tükröződnek az MKGS rendszer tulajdonságaiból adódó hatások - rezgések, hézagok, rossz technológiai paraméterek, stb., amelyek jelentősen befolyásolhatják az illeszkedés jóságát (2. ábra.)



Roughness parameters - Roughness1: R[LC GS 0.80 mm];		P-profile parameters - Roughness1: P;	
Ra	0.3740 μm	Pa	1.8935 μm
Rq	0.4944 μm	Pq	2.1863 μm
Rz	2.4209 μm	Rz(JIS1982)	6.7248 μm
Rt	3.9818 μm	Pt	8.8098 μm
R Sm	125.4667 μm	P Sm	2496.0000 μm

2. ábra. Esztergálás szűrt és szűretlen profilparamétereit.

6. Összegzés:

A technológiák gyors fejlődésével a megmunkálások közt korábban meglévő határok elmosódtak. Elengedhetetlen tehát hogy a felület jellemzését több szemszögből, illetve komplexebb paraméterek segítségével is végezzük el. A gépkatrészek működése során a felületnek fontos szerep jut. A felületi érdesség önmagában nem jellemzi a működő, az illeszkedési kapcsolatban résztvevő felületi mikrogeometriát, mivel jelentősen eltérhet a valós felülettől (szűrés hatása). Ahhoz hogy eldöntsük, hogy a felület el tudja-e látni a feladatát, szükséges a lehető legtöbb ismeret a rá jellemző mikrogeometriai (R,W,P) paramétereikről. Ma már nem elegendő csak az Ra átlagos érdesség előírása, a tűrés és az érdesség kapcsolatánál a teljes, szűretlen felületet kell vizsgálat alá venni.

„A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. (TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások)”

Irodalom:

- [1] DIN ISO 286 ISO System für Grenzmaße und Passungen; Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen
- [2] Bálint Lajos: A forgácsoló megmunkálás tervezése MK. 1961
- [3] Majdán István: Gépkatrészek Felületminősége, Szabványkiadó, Budapest 1980
- [4] Diószegi György: Gépszerkezetek méretezési zsebkönyve MK. Budapest, 1984

Dr. Palásti Kovács Béla, egyetemi docens

Pintér László, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: pinter.laci@gmail.hu palasti@uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A PORLASZTÓ MEGSZÜLETÉSÉNEK TÖRTÉNETE

PLESZ Tímea, KUTI János

Abstract

Donat Banki and Janos Csonka Hungary's largest and most prolific figures in the history of technology. Without workers in today's engineering would be much poorer. The main theme of paper's most famous invention, the carburetor. The importance of internal combustion engines it was a great invention, at that time, and so the engineers were able to build the engines for motor vehicles, with which could start the car in the world to conquer, the mobilization.

I'm going to be described, Donat Banki and Janos Csonka's what procedures were in front carburetor. How they tried the fuel and air mixture to create. And I'm going to describe the Donat Banki and Janos Csonka carburetor's how it works.

This paper describes in detail for the first carburetor of patent disputes. Because other explorers wanted to the invention patent rights, for example, Wilhelm Maybach, and the French company Longuemare. Course, can be clearly demonstrated of the primacy of Hungarians. However, some literature is not his name is not even in the present day.

Key words:

Banki and Csonka's carburetor, flower girl, working principle, disputes of patent, Wilhelm Maybach

Összefoglalás

Bánki Donát és Csonka János Magyarország technika történetének legnagyobb és legtermékenyebb alakjai közé tartoznak. Munkásságaik nélkül a mai gépészet jóval szegényebb lenne. A cikkünk témája a legjelentősebb az általuk felfedezették közül, a karburátor. A találmány hatalmas előrelépésnek bizonyult, egyrészt az akkori belsőégésű állómotorok világában, másrészt a későbbi motorok gépjárműbe építése, mellyel elindulhatott világhódító útjára a gépkocsi, a mobilizálás.

Bemutatásra kerülnek azok az eljárások, melyekkel a porlasztás előtti időkben próbálták megvalósítani a tüzelőanyag és a levegő keverékképzését. Mindezek után részletesen ismertetem a Bánki Donát és Csonka János által megalkotott karburátor működési elvét.

A cikk részletesen ismerteti a Bánki – Csonka féle karburátorral kapcsolatos szabadalmi vitákat, hisz eme remek találmány szabadalmi jogáért nem csak a „mieink” szálltak versenybe, hanem például Wilhelm Maybach, és a francia Longuemare- cég. Bár egyértelműen bizonyítható a magyarok elsőbbsége, sok szakirodalomban még a mai napig sem az ő nevük szerepel a karburátor feltalálása mellett.

Kulcsszavak:

Bánki- Csonka féle karburátor, virágáros lány, működési elv, szabadalmi jogok, Wilhelm Maybach

1. Bevezetés

A belsőégésű motor kifejlesztésekor számos mérnök fejében ott motoszkált az a gondolat, hogy vajon hogy is lehetne megvalósítani a motorral hajtott kocsit. Ám a gépkocsi megszületéséhez mégsem a belsőégésű motor jelentette a vízváltást, hanem annál inkább két másik forradalmi találmány, a gumibroncs és a porlasztó. A cikkünk fő témája a porlasztó, mely igazán korszakalkotó találmány. A

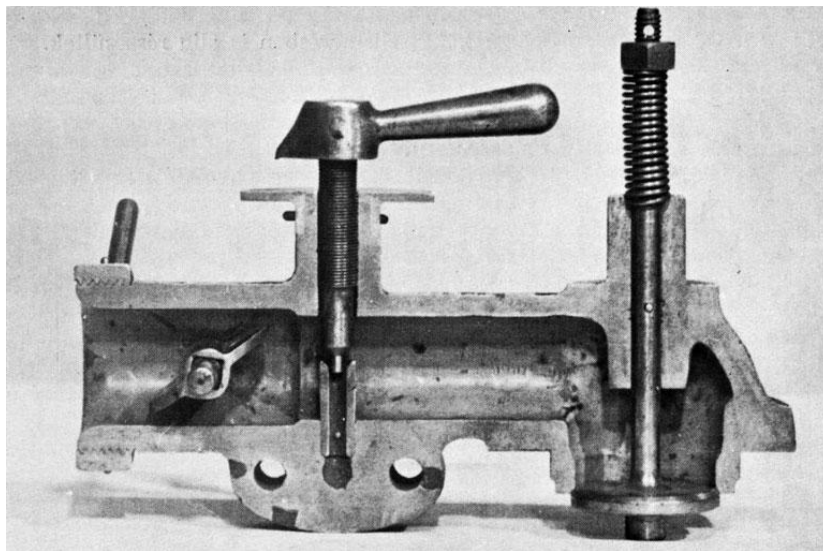
karburátor feltalálásában Bánki Donáté és Csonka Jánosé volt az alap ötlet, melyet nem sokkal később sikeresen kiviteleztek is.

2. Bánki Donát és Csonka János munkássága

Bánki Donát és Csonka János nagy szerepet vállaltak Magyarország gépipari fellendülésében, azzal hogy a belsőégésű motorok szívéét megalkották, a karburátort. Abban az időben feltalálók egész sora foglalkozott olyan dolgokkal, mint hogy mi is lenne a megfelelő tüzelőanyag vagy, hogy a tökéletes keverékképzést hogy is kéne megoldani. Ezekre és az ehhez hasonló kérdésekre volt a válasz: a Bánki-Csonka- féle porlasztó.

3. Bánki Donát és Csonka János porlasztója

Érdeemes megemlíteni, hogy honnan is származik a porlasztó működésének alapötlete: ” A két jó barát munkából hazafelé tartottak mikor megpillantottak egy virágáros lányt, aki a növényeit permetezte egy pohár víz és egy csövecske segítségével. A csöbe levegőt fúj, így sebes légáram jött létre, ezáltal lecsökkent a nyomás, és a víz felfelé kezdett áramlani. A levegő a kilépő vízcseppeket „harmatszerűen” szétporlasztotta.”



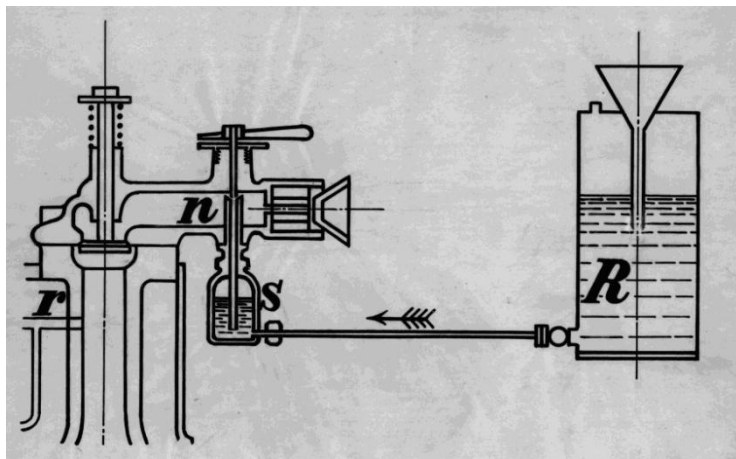
1. ábra. A Bánki- Csonka féle porlasztó metszete

A porlasztó megalkotásánál a legfőbb cél, a megfelelő keverék létrehozása volt. Hogy az üzemanyag, mely folyékony halmazállapotú és a levegő, mely légnemű halmazállapotú minél jobban összekeveredjen. A megfelelő keveredést a Bánki - Csonka féle porlasztóban a következőképpen oldották meg. A levegő, a dugattyú szívóhatásának segítségével beáramlik alulról a Venturi- csöbe. Amikor a levegő áramlása eléri a csőszakasz legszűkebb keresztmetszetét, a Bernoulli törvény érvényesül, melynek értelmében a légnyomás lecsökken. Ezután egy megfelelően kialakított fűvőkán keresztül finom, apró cseppekre ködszerűen szétporlasztják az üzemanyagot.

4. Szabadalmi jogok

A világra szóló találmány szabadalmi jogára többen is igényt tartottak, mint például:

- elsőként Bánki Donát és Csonka János, akik 1893.02.11-én adták be a szabadalmi kérelmüket az „Újítások petróleummotorokon” címmel. Bár ez a szabadalom nem csupán a karburátorról szól, mégis egyértelmű bizonyítékokkal szolgál, hogy a magyarok voltak az elsők;
- majd 1893.08.17-én a német származású Wilhelm Maybach kapott szabadalmi jogot Franciaországban. Ebben az esetben a kérelem, már kizárólagosan a porlasztó szabadalmi jogait tartalmazta. Azonban kis idő elteltével Maybach levélben elismerte Bánkiék elsőbbségét;
- mindez idő alatt a francia Longuemare- cég, a szabadalmi jogokat figyelemre se méltatta, és megkezdte a porlasztó sorozatgyártását.



2. ábra. A porlasztó rajza, mely az „Újítások petróleummotorokon” elnevezésű szabadlomban szerepelt

A felsorolt szempontok mellett még sok ellentmondásos tény szerepel a szakirodalomban emiatt is van az, hogy még a mai napig is rejtély övezi ezt a kérdést.

7. Összefoglaló

„... mert vannak dolgok, melyeknek emlékezete nélkül nincsen jövő...” – Kossuth Lajos szavait idézve, szeretnék minden hallgatót, tanárt, mérnököt arra buzdítani, hogy ne felejtkezzen meg a múlttól, és hogy tisztelettudóan emlékezzen azokra a magyar mérnökökre, akiknek köszönhetjük a mai technológiát.

Sajnálatos módon a nemzetközi szakirodalom sok helyen téves adatokat közöl, melyek szerint Wilhelm Maybach volt az, aki elsőként alkotta meg a porlasztót. Elszomorító, hogy még a magyar szakirodalom sem jeleníti meg jól. A cikkünk egyik üzenete, hogy minden mérnöknek tudni kell, feladatuként rovom rájuk, hogy ezt mindenhol javítsák, helyesbítsék. Fontos, hogy a korrigálásnál figyelembe vegyék azt a tényt, hogy a szabadalom előtt már vagy két éve készen volt a porlasztó.

A feladat tehát adott - a magyar „technikatörténetnek”, oktatóknak, mérnököknek - büszkén vállalják fel és hirdessék mindenkinek, hogy a porlasztó igenis egy magyar alkotás. Összefogással, idővel mindenhol helyreigazíthatjuk a téveszmét. Közös munkák eredményeként pedig megismeri majd a világ, hogy valójában Bánki Donátnak és Csonka Jánosnak köszönhetjük a karburátort.

Irodalom

- [1] Bödök Zsigmond: *Magyar feltalálók az automobilon történetében*, NAP Kiadó, Dunaszerdahely, 2003;
- [2] Schimanek Emil: *Bánki Donát tudományos munkássága és alkotásai*, Akadémia Kiadó, Budapest, 1954;
- [3] Szőke Béla: *Műszaki nagyjaink*, Gépipari Tudományos Egyesület Kiadása, Budapest, 1967;
- [4] Szaller László: *Gépjárművek üzemanyagellátó berendezései I.*, Bánki Donát Műszaki Főiskola Gépészeti és Rendszertechnika Tanszék, 1995;
- [5] Dr. Flamisch Ottó: *Karburátorok*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993;
- [6] Dr. Horváth Sándor- Széll Gábor- Dr. Szunyogh Gábor: *Bánki Donát szabadalmi*, Budapesti Műszaki Főiskola Országos Műszaki Múzeum, Budapest, 2006;
- [7] http://www.csonkamuzeum.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=124:aporlaszto&catid=54:munkassaga&Itemid=141 2012-11-03;
- [8] <http://www.sztmh.gov.hu/kiadv/ipsz/199608/bendzsel.html> 2012-10-30;
- [9] <http://ganz-munkacsy.hu/diakok/webstyle/porlaszto.html> 2012-11-03;

Plesz Tímea, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Mechatronikai és Autótechnikai Intézet

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 0616665415

E-mail: plesz.timi.92@gmail.com

Kuti János, intézeti mérnök

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 0616665415

E-mail: kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HELIKOPTER LESZÁLLÓHELY ZAJKIBOCSÁTÁSÁNAK MONTE-CARLO SZIMULÁCIÓJA

POKORÁDI László, BERA József

Abstract

Nowadays, by spread of the helicopter flight heliports have become major environmental problem. This paper shows a Monte-Carlo simulation analysis method that can be used to prognosticate the noise emission of heliports and to analyze its uncertainty.

Key words:

aviation, environmental protection, risk management

Összefoglalás

Napjainkban a helikopteres repülés terjedésével a leszállóhelyek jelenős környezetvédelmi problémát jelenthetnek. Tanulmányunkban egy Monte-Carlo szimulációs elemzési módszert mutatunk be heliport zajkibocsátásának előrejelzésére, illetve bizonytalanságának elemzésére.

Kulcsszavak:

Repülés, környezetvédelem, kockázatkezelés

1. Bevezetés

A XXI. században már teljesen elfogadott tény, hogy az emberi tevékenységekhez – legyen az termelés, szolgáltatás vagy a szabadidő eltöltése – mindig kapcsolódik valamilyen közlekedési eszköz használata. Ezért a környezetterhelés meghatározó elemének tekintjük a közlekedést, és ezen belül a repülést. A mindennapi helikopteres repülés megjelenésével a leszállóhelyek zajkibocsátása fontos, a laikusok irányában megoldásra váró környezetvédelmi problémát okoz a szakembereknek.

A tanulmány egy Monte-Carlo szimulációs eljárást mutat be, mely lehetőséget jelent egy helikopter leszállóhely-zajkibocsátás változásának becslésére, prognosztizálására. A vizsgálati módszer alkalmas a határérték túllépés, az előírásoknak való megfelelés bizonytalanságának leírására, illetve a biztonságos megfelelés igazolására és ennek bemutatása akár laikusok számára is.

2. Helikopter leszállóhelyek zajkibocsátásának környezetvédelmi kérdései

Helikopter leszállóhely környezeti hatását alapvetően a zajterheléssel azonosítjuk. A repülési zajterhelést az alábbi egyenlettel határozzuk meg [1] alapján:

$$L_{AM, re} = 10 \cdot \lg \frac{T_{ref}}{T_M} \cdot M \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Ax}} \text{ [dB]} \quad (1)$$

ahol: $L_{AM,ref}$ – repülésből származó mértékadó A-hangnyomásszint [dB]; τ_{ref} 1 s;

3. A Monte-Carlo szimuláció

Monte-Carlo módszereknek nevezzük a matematikai feladatok megoldása terén a véletlen mennyiségek modellezését felhasználó numerikus módszert és a jellemzők statisztikus értékelését [2]. Az eljárás lényege az, hogy az egyes bizonytalan rendszer bemeneti tényezőihez rendelt valószínűség-eloszlások alapján véletlenszerűen választjuk ki azok értékeit. Az így kiválasztott kiinduló adatokat a szimulációs vizsgálat egy-egy kísérletében a modell egy-egy gerjesztéseként használjuk fel. A modell futási eredményeinek statisztikai elemzésével tudjuk meghatározni a rendszer lehetséges válaszainak valószínűségi jellemzőit. Ezen jellemzők szakmai elemzése alapján lehet megfelelő következtetéseket levonni a vizsgált rendszer (mely esetünkben egy helikopter leszállóhely) viselkedésével kapcsolatban. A szimuláció során a gerjesztések meghatározásához az úgynevezett kizorításos módszert alkalmazhatjuk. Az eljárás lényege az 1. ábrával szemléltethető, és az alábbiak szerint írható le:

Az egyenletes eloszlású véletlenszám-generátor – ezzel minden programnyelv rendelkezik – felhasználásával kiválasztunk a gerjesztési tartományon belül egy x értéket, majd ehhez hozzárendelünk egy y_x véletlen értéket. Az előre meghatározott sűrűség függvény alapján döntünk a generált x számról:

- ha $y_x > f(x)$, „elvetjük” az adott x értéket (1. ábra **A** pontja);
- ha $y_x \leq f(x)$, „megtartjuk” és a szimuláció során felhasználjuk az adott x értéket (**B** pont).

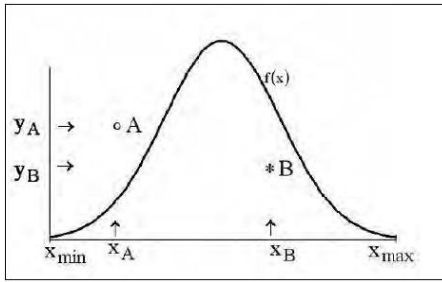
4. Helikopter leszállóhely zajkibocsátásának Monte-Carlo szimulációs becslése

Példánkban egy helikopter leszállóhely átlagos napi műveletszáma – ha adott napon onnan fel- vagy leszállás történt – közel egyenletes eloszlással 1 és 5 közötti. A leszállóhelyet használó helikopterek által gerjesztett átlagos repülési zajeseményszintek – a gépek típusa, és terhelése, valamint az időjárási helyzet függvényében – 78 dB és 89 dB közötti értékkel bírnak. Az átlagos repülési zajeseményszintek ($L'_{AX-mért}$) egyszerű statisztikai elemzése alapján kijelenthető, hogy megfelelő közelítéssel normál eloszlásúként kezelhető a kialakult helyzet az 1. táblázatban megadott paraméterekkel.

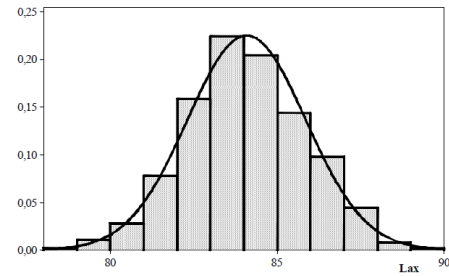
Feltételeztük, hogy egy párnapos rendezvény miatt a leszállóhely forgalma körülbelül 6 – 10 közötti értékre növekedhet. Kérdésként merült fel, hogy a rendezvény során a leszállóhelytől származó repülési zajterhelés milyen mértékű lesz, illetve milyen valószínűséggel lépi túl a megengedett 65 dB határértéket?

A feltett kérdésekre várt válaszokat a helikopter leszállóhelytől származó zajterhelés Monte-Carlo szimulációs becslésével határoztuk meg.

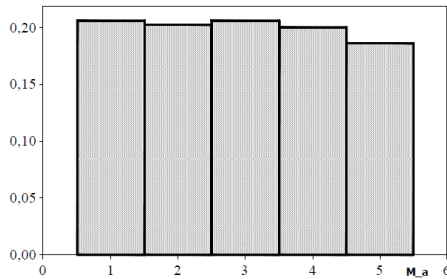
Az (1) egyenlet lesz a szimulációnk során alkalmazott determinisztikus modell, amit véletlenszerűen kiválasztott M műveletszám, és L'_{AX} átlagos repülési zajeseményszint értékekkel gerjesztünk. Szimulációt végeztünk az átlagos napi „alap”, majd a tervezett rendezvény során várható „esemény” repülési műveletszámra.



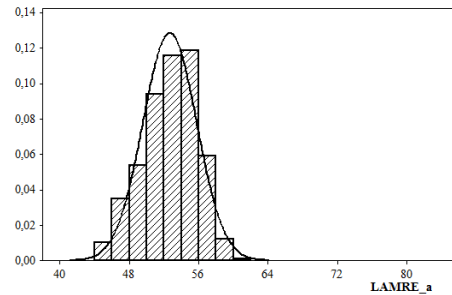
1. ábra. A kiszorításos véletlen szám generálás



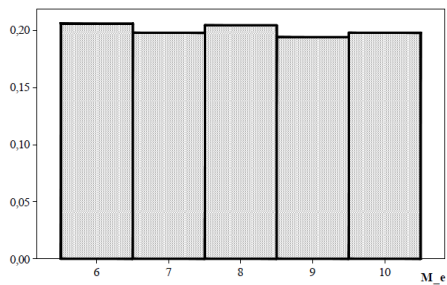
2. ábra. Az átlagos repülési zajesemény szint ($L'_{AX-gerj}$) hisztogram



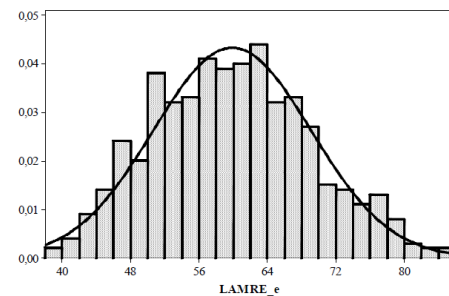
3. ábra. „Alap” repülési műveletszám hisztogram



4. ábra. „Alap” repülési zajterhelés hisztogram



5. ábra. „Esemény” repülési műveletszám hisztogram



6. ábra. „Esemény” repülési zajterhelés hisztogram

1. táblázat A szimuláció adatainak statisztikai elemzése

	Minimum	Átlag	Maximum	Szórás
$L'_{AX-mért}$ [dB]	78	84	89	1.830
$L'_{AX-gerj}$ [dB]	78.031	84.083	89.362	1.782
M_{alap}	1	2.958	5	1.404
$L_{AM,re-alap}$ [dB]	44.900	52.673	60.100	3.100
$M_{esemény}$	6	7.98	10	1.148
$L_{AM,re-esemény}$ [dB]	39.100	59.878	85.400	9.223

A két szimuláció eredményeinek hisztogramjait a 4. illetve 6. ábrák szemléltetik, főbb statisztikai adataik szintén az 1. táblázatban találhatóak meg. A kapott eredmények statisztikai elemzése alapján mutatható ki annak a valószínűsége, hogy a helikopter leszállóhely által keltett repülési zajterhelés meghaladja a 65 dB-es határértéket, ami átlagos napi forgalom esetén $3.48 \cdot 10^{-5}$ gyakoriságot jelent, ami elhanyagolható érték, a tervezett rendezvény esetén ez az érték 0.28885 (kb. 29 %).

A repülésből adódó környezetterhelés mértékét a gyakorlatban két fő szempontból vizsgáljuk, egyrészt a határérték túllépések bekövetkezése, másrészt a zajterhelés változás bekövetkezése és annak értéke kap jelentőséget. Az elméleti összefüggéseket mindkét részterületre ki kell terjeszteni, mivel az érintett környezet érzékenyen reagál a változásokra is, vagyis bizonytalanságot okoz a rendszer és környezete kapcsolatában. Ennek ismerete ugyanakkor a rendszerhatárok időben bekövetkező változásait is fontos, vagyis a kérdéses környezetterhelés bekövetkezésének és a terhelés mértékében várható változás mértékének becslése kerül középpontba. Az 1. táblázatban bemutatott adatok kiegészítő információt adnak a számolt zajterhelés adatok értékeléséhez.

5. Következtetések

A dolgozat röviden bemutatta a Monte-Carlo szimuláció alkalmazási lehetőségét a helikopter leszállóhelyek zajkibocsátásának becslésére.

Fentiekben a két lehetőséget mutattuk be, számszerű eredményekkel. Megállapítható, hogy amíg nem következik be határérték túllépés, az előírásoknak való megfelelés bizonytalansága, vagy a biztonságos megfelelés igazolható és ennek bemutatása lehetséges akár laikusok számára is.

Nagyobb jelentőséget kap a másik eset, amikor határérték túllépés következik be, és ennek valószínűsége számszerű értéket kap, ezzel együtt ez az érték pontosan értékelhető és minősíthető lesz. Egy ilyen elemzés hatékonyan segítheti a munkánkat, amikor mérlegelni kell egy beavatkozás jelentőségét és a várható hatást, rámutatva, hogy nem érdemes bonyolult és hosszadalmas vizsgálatot végezni egy rövidebb vagy eseti környezethasználat miatt.

A Szerzők korábbi eredményeikre és más kapcsolódó munkákra alapozva tervezik jövőbeli tudományos tevékenységüket folytatni. Ennek keretében olyan kockázat- és bizonytalanság elemzési módszereket és eljárásokat terveznek kidolgozni, melyek segíthetik a környezetvédelmi szakemberek és döntéshozók munkáját. Emellett olyan vizsgálati módszer kidolgozása is célkitűzés, ami akkor lesz alkalmazható, mikor egy repülési tevékenység miatt már jelentős, a környezetvédelemmel és a lakosság tájékoztatásával összefüggő feladatsort kell ellátni.

Irodalom

- [1] Bera, J., Pokorádi, L.: *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Campus Kiadó, Debrecen, 2010. 192 oldal.
- [2] Pokorádi, L.: *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Campus Kiadó, Debrecen, 2008, 242 oldal.

Pokorádi László, a műszaki tudomány kandidátusa
 Debreceni Egyetem
 Magyarország, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
 +36 30 9194929
 pokoradi.laszlo@prosysmod.hu

Bera József környezetvédelmi szakértő
 Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi,
 Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség
 Magyarország, 1447 Budapest, Pf: 541.
 +36 30 3039959
 bera@kdvktvf.kvvm.hu; berajo@kabelnet.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FEGYVERNEKI FROMMER RUDOLF ÉLETE JELENTŐS HADITECHNIKAI ALKOTÁSAINAK TÜKRÉBEN

Porkoláb Péter

Abstract

Frommer Rudolf (1868-1936) is an iconic personality in the history of the hungarian small arms designing and manufacturing, he is called entirely rightfully the hungarian Colt and Browning too. Through his diligence and many-sided talent, he could work with succes without any formal engineering qualification, he had more than 100 patent, in more than 20 country. As honourable mention of his work, he became the chief executive officer of the FÉG, Franz Joseph I ennobled him with Fegyverneki title, the Hungarian Chamber of Engineers laureated him to mechanical engineer.

His active years coincided with the born and development of the modern small arms. His most significant works was his self-loading pistols. In this article I commemorate a hungarian creator genius's life and work.

Key words:

Fegyverneki Frommer Rudolf, Fegyver- és Gépgyár Rt., history of military technology, small arms, self-loading pistols

Összefoglalás

Frommer Rudolf (1868-1936) a Fegyver- és Gépgyár Rt. és a magyar kézi lőfegyver tervezés-gyártás második világháború előtti történelmének ikonikus alakja, akit teljesen jogosan nevezhetünk a magyar Coltnak és Browningnak is. Szorgalma és sokoldalú tehetsége révén minden formális műszaki tanulmányok nélkül sikerrel alkotott, nevéhez több mint 20 országban bejegyzett, több mint 100 szabadalom kötődik. Munkája elismeréseként a FÉG vezérigazgatójává vált, I. Ferenc József Fegyverneki előnévvel magyar nemességet, a Mérnöki Kamara tiszteletbeli gépészmérnöki címet adományozott neki.

Alkotói korszaka egybeesett a modern kézi lőfegyverek születésének, útkeresésének és kiforrásának időszakával. Legjelentősebb alkotásai öntöltő pisztolyai voltak. E cikkben emléket állítok egy magyar földön alkotó géniusz életének és munkásságának.

Kulcsszavak:

Fegyverneki Frommer Rudolf, Fegyver- és Gépgyár Rt., haditechnika-történet, kézi lőfegyverek, öntöltő pisztolyok

Egy magyar géniusz páratlan életútja

Fegyverneki Frommer Rudolf életének hiánytalan feldolgozása messze meghaladja cikkem kereteit, amiben beszámolok kutatómunkám főbb első lépéseiről. Céлом életének bemutatásával emléket állítani Fegyverneki Frommer Rudolfnak, és elősegíteni, hogy az utókor emlékezetében elfoglalhassa méltó helyét nemzetünk nagyjai között.

Frommer Rudolf 1868. augusztus 4-én Pesten született. A Kereskedelmi Akadémia - a Budapesti Gazdasági Főiskola Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Karának 1857-ben alapított jogelődje - elvégzése után a Tőzsdén, majd a Magyar Általános Hitelbankban (továbbiakban:

Hitelbank) dolgozott. Megtanult németül, franciául, angolul. Rövid időn belül elismert szaktekintély lett, hazai és külföldi lapokban sűrűn megjelentek közgazdasági cikkei. 1896-ban elkészítette az első magyar-német német-magyart tőzsdei szótárat, ezzel hozzájárult a magyar nyelv elterjedéséhez a Tőzsdén. 1896-ban lépett a FÉG kötelékébe, pénzügyi tudására szükség volt a cég pénzügyeinek rendezéséhez. 1898-ban már cégjegyző. [1.] [2.] [3.] [4.] [5.]

Fegyvertervezői munkássága 1898-ban kezdődött. Bár semmilyen formális műszaki oktatásban nem részesült, első szabadalmát már 1899-ben bejelentette. Összesen 129 szabadalma volt, amit 22 országban 862 szabadalmi bejelentéssel védett. 1901-ben szabadalmaztatta első öntöltő pisztolyát, a Frommer 1901M-et, ami az első magyar öntöltő pisztoly is. Továbbfejlesztéséből született az 1906M, és az első rendszeresített Frommer pisztoly: az 1910M. Mindhárom típus 7,65×13 mm SR Frommer ürméretű, ami Frommer saját tervezésű lőszer. [2.] [3.] [4.] [6.] [7.] [8.] [9.] [10.]

1903-ban a FÉG igazgatójává nevezték ki. Felismerte a világpiac felé nyitás szükségességét, és a maroklófegyver, vadászpuska, géppuskagyártás elindításával megvalósította ezt. 1908-ban már japán kereskedelmi delegáció is járt a Soroksári úton. Megalakult a FÉG pisztolygyártó részlege, a Roth 1907M típusal elkezdődik a magyarországi tömeges pisztolygyártás. [2.] [3.] [6.] [11.]

Az I. világháború előtt megjelentek a 7,65×17 mm SR Frommer és 9×17 mm Frommer - két újabb saját tervezésű lőszer - ürméretű Frommer Stop és Baby öntöltő pisztolyai. [7.] [13.]

1914-ben I. Ferenc József Fegyverneki előnévvel magyar nemességet adományozott neki, ugyanekkor kinevezték a FÉG vezérigazgatójává. 1918-ban udvari tanácsos címet kapott. Az őszirózsás forradalom alatt megalakult munkástanács döntése alapján Frommer Rudolfot politikai okokból eltávolították vezérigazgatói helyéről, csak 1920. közepén tért vissza. [2.] [3.] [4.] [6.]

Az I. világháború utáni nehéz idők köszöntöttek a FÉG-re. Az I. világháború előtt és alatt a legmodernebb berendezéseket vásárolták meg, a géppark értéke 1918-ban 8.484.465 korona volt - amit a román megszállók szinte hiánytalanul elvittek hadizsákmányként. Magyarország kimerült, elmaradtak a katonai megrendelések. Módosítani kellett a gyártási profilt: új típusú háztartási mérleget, csillárokat, lámpákat, rajzeszközöket, esztergapadokat, fűrőgépeket is elkezdtek gyártani, nem egyet Frommer szabadalma alapján. A fegyverprofilból megmaradt az öntöltő pisztoly és légpuska gyártás. [2.] [6.] [13.]

1921-ben megjelent a Frommer Liliput, a világ legelső „mellényzsebpisztolya”, ami külső szánakasztóval rendelkezett. 1929-ben megjelent változatát 29M néven rendszeresíti a honvédség. [14.]

Az 1920-as évek második felében három Frommer-féle billenőcsövű sörétes puska jelent meg, jellegzetességük: minden rugójuk V-rugó helyett csavarrugó. 1929-ben a stockholmi Európa-bajnokságon és a Monte-Carlo-i világbajnokságon – ahol dr. Lumnitzer Sándor világbajnok lett - FÉG sörétesekkel győztek. E győzelem emlékére az 1929-es típus márkanéve Monte Carlo lett. [2.] [3.] [7.] [11.]

Habár semmilyen formális műszaki oktatásban nem részesült, munkássága elismeréseként 1923-ban a Mérnöki Kamara tiszteletbeli mérnök címet adományozott neki – minden címe, kitüntetése közül erre volt a legbüszkébb. 1926-ban a magyar kormány a csillagos, II. osztályú polgári érdemkeresztet adományozta neki. 1928-tól a felsőház tagja. [1.] [2.] [3.] [16.]

A Frommer pisztoly-sorozat utolsó, legkiforrottabb tagjának 1934-ben elkezdett tervezését Frommer Rudolf nem fejezhette be. Halála után, 1937-ben 37M néven rendszeresítette a honvédség. Ez volt a II. világháború alatt a Honvédség standard maroklőfegyvere. [7.] [8.] [15.] [16.]

Az újbóli erőre kapást félbeszakította az 1929-es gazdasági világválság. Frommer Rudolf szorgalma, műszaki és gazdasági tehetsége és szakértelme, a piacképes termékek ellenére a FÉG adósságai a Hitelbanknál rohamosan nőttek. Hitelbank és a Honvédelmi Minisztérium között tárgyalások kezdődtek a FÉG és a Lámpagyár egyesüléséről. [13.]

Frommer Rudolf már nyugdíjasként élte meg a két gyár egyesülését, 1935. november 1-én nyugdíjba vonult. A békés öregkort egy teljes évig se élvezhette. Fegyverneki Frommer Rudolf 1936. szeptember 1-én Budapesten elhunyt, a Farkasréti temetőben helyezték örök nyugalomra. [1] [10.] [13.]

Összefoglalás

Frommer Rudolf méltó arra, hogy minden mérnöknek és mérnök hallgatónak példaképe legyen. A szerencsés kevesek közé tartozott: egész életében Magyarországon élhetett és alkotott anyagi és erkölcsi megbecsülésben. Sajnos ez sok magyar mérnöknek máig se adatik meg. Tapasztalataim alapján a többi, nemzetközileg ismert és elismert magyar fegyvertervezőhöz – Szakács Gáborhoz, Dedai Király Pálhoz, Gebauer Ferenchez – hasonlóan az átlagember számára Frommer Rudolf teljesen ismeretlen. Nevét nem viseli utca, út, tér, iskola, emléktáblát, szobrot nem állítottak neki; pedig a Soroksári út átnevezése Frommer Rudolf útra helyénvaló, elfogadható és legfontosabb: méltó lenne. Emlékét csak maroknyi hadtörténész, hadtörténet iránt érdeklődő, fegyverbarát, idős FÉG veterán, és a Farkasréti temetőben egy síremlék őrzi. Amíg az utókor emlékezetében nem foglalja el méltó helyét nemzetünk nagyjai közt, dolgozatommal állítok emléket Fegyverneki Frommer Rudolfnak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet tartozom konzulensemnek, Dr. Szűcs Endre adjunktusnak, és Jandó Ferenc úrnak, tanácsaik nélkülözhetetlenek voltak cikkem elkészítéséhez. Köszönettel tartozom a Hadtörténeti Könyvtár munkatársainak.

Irodalom

- [1.] KENYERES Ágnes: *Magyar Életrajzi Lexikon*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1967. 1. 1967.
- [2.] NAGY Ferenc: *Magyar Tudóslexikon A-tól Zs-ig*. 1997. ISBN 963 85433 53
- [3.] HORVÁTH János: *Frommer Rudolf fegyvertervező (1868-1936)*. Haditechnika. 1986. 4. szám. p. 26-27. ISSN 0230-6891
- [4.] HORVÁTH János: *Magyar fegyverkonstruktorok műhelyeiből*. Haditechnika. 1996. 4. szám. p. 60-61. ISSN 0230-6891

- [5.] A Budapesti Gazdasági Főiskola honlapjáról (www.bgf.hu) az intézmény történetének ismertetője.
<http://www.bgf.hu/abgfrol/tortenet> Hozzáférés: 2012. 10. 27. 17:18
- [6.] SOÓS Péter: *A Magyar Fegyver- és Gépgyár Budapest I. világháború alatti tevékenysége*. A Hadtörténeti Múzeum értesítője. Acta Musei Militaris in Hungaria. 2011. 12. 2011. p. 195-205. ISSN 0238-4442
- [7.] VERESS Gábor: *Híres katonai pisztolyok és revolverek. A Colt Navytól az APS-ig (1851-1951)*. 1999. ISBN 963 09 4023 X
- [8.] KOVÁTS Zoltán – NAGY István: *Kézi lőfegyverek. Típuskönyv*. Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1986. ISBN 963 326 338 7
- [9.] TEMESVÁRY Ferenc: *Pisztolyok. A Magyar Nemzeti Múzeum tűzfegyver gyűjteménye I.* 1988. ISBN ismeretlen
- [10.] LUGOSI József – TEMESVÁRY Ferenc: *Pisztolyok*. 1989. ISBN 963 326 5568
- [11.] KOVÁCS Dénes: *Billenőcsövű golyós vadászfegyverek*. 2007 ISBN 978 963 9369 92 4
- [12.] KLABACSEK Gyula: *Frommer Stop*. Kaliber. 1999. 9. szám. p. 8-13. ISSN 1418-513X
- [13.] NÉMETH József: *A Fegyver és Gázkészülékgyár 100 éve (1891-1991)*. 1991. ISBN 91 3384 2000
- [14.] KLABACSEK Gyula: *A Frommer-féle 29M pisztoly*. Kaliber. 1999. 10. szám. p. 20-25. ISSN 1418-513X
- [15.] KLABACSEK Gyula: *Frommer 37M pisztoly*. Kaliber. 1999. 11. szám. p. 12-17. ISSN 1418-513X
- [16.] MADARAS József: *Fegyvertörténelem – Magyar kézilőfegyver-gyártás (3.)*. Kaliber 2013. ISSN 1418-513X
- PORKOLÁB Péter: *Fegyverneki Frommer Rudolf élete jelentős haditechnikai alkotásainak tükrében*. (TDK dolgozat) Budapest, ÓE-BGK, 2012.
- MSZ ISO 690:1990 Bibliográfiai hivatkozások

Porkoláb Péter BSc hallgató

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 8360 Keszthely, Zrínyi Miklós utca 19.

Telefon: +36-20-2508308

E-mail: pp.porkolab@gmail.com

konzulens: Dr. Szűcs Endre adjunktus

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Gépszerkeztani és

Biztonságtechnikai Intézet

Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon: +3616665399

E-mail: szucs.endre@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CBN FORGÁCSOLÓ SZERSZÁMOK KOPÁSÁNAK VIZSGÁLATA

RÁCZKÖVI László

Abstract

The tool life of cutting tools is determined by the extent of its wear. Therefore it is important to know which cutting parameters and how are they affected to the wear processes. During hard turning occurs abrasive, adhesion and diffusion wear mechanism simultaneously. Of these wear mechanism, what will be the dominant mainly depend on cutting conditions and cutting temperature. All wear models determine a wear rate belong to a mechanism of wear. In this publication using the Usui's wear model we determine the wear volume loss of cutting tool and the coefficients of wear model in case of roughing and finishing.

Key words: CBN, hard turning, tool wear

Összefoglalás

A forgácsoló szerszámok élettartamát a szerszámkopás mértéke határozza meg. Ezért fontos ismernünk, hogy a kopás milyen mechanizmusok szerint megy végbe és ezek hogyan függnek a forgácsolási paramétereiktől. Keménysztergáláskor abrazív, adhéziós és diffúziós kopási folyamatok egyidejűleg mennek végbe. A domináns kopási folyamat a forgácsolási feltételektől illetve a forgácsolási hőmérséklettől függ. Mindegyik kopásmodell egy-egy kopási mechanizmushoz tartozó kopási rátát határoz meg. Jelen publikációban az Usui-féle adhéziós kopásmodellt felhasználva határozzuk meg a szerszámról lekopott anyagterfogatot, illetve a kopásmodell együtthatóit nagyoló és simító keménysztergálás esetén.

Kulcsszavak: CBN, keménysztergálás, szerszámkopás,

1. Bevezetés

Keményesztergálással nagy keménységű (> 50 HRC), edzett alkatrészeket munkálunk meg. Ennek következtében a szerszámél fokozott igénybevételnek van kitéve, ezért a szerszám anyagának szigorú követelményeket kell kielégíteni. A CBN anyagok nagy hőszilárdságuknak, kopási ellenállásuknak, kis és nagy hőmérsékleten is állandó keménységüknek, nagy hővezető képességüknek és kis hőtágulási együtthatójuknak köszönhetően megfelelnek ezeknek a szigorú követelményeknek [1]. A forgácsoló szerszámok eléletlenedését a forgácsolási folyamat során lejátszódó különböző kopási mechanizmusok okozzák. A fémforgácsolás során három fő kopási mechanizmus figyelhető meg: abrazív-, adhéziós- és diffúziós kopás [2], [3]. A forgácsolás során mindhárom kopási folyamat egyidejűleg megjelenik, és a forgácsolási feltételektől függően egyik, vagy másik lesz a domináns. Az adhéziós és diffúziós kopás termikusan aktivált folyamatok, ezért ezek nagyobb forgácsolási hőmérsékleten meghatározóak, míg alacsony hőmérsékleten az abrazív kopási mechanizmus az erőteljesebb [4]. Jelen cikkben az Usui-féle adhéziós kopásmodell együtthatóit határozzuk meg nagyoló és simító megmunkálás esetén. A modellben szereplő fizikai mennyiségeket végeselemes szimulációval nyerjük, a modell együtthatóit pedig a kísérleti eredményekhez való illesztéssel a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva.

2. Forgácsolási kísérletek és eredményei

A forgácsolási kísérletek során CBN szerszámmal munkáltunk meg $d=62$ mm átmérőjű furatot nagyoló és simító megmunkálással. A nagyoló megmunkálást $a_p=0,3$ mm és $f=0,24$ mm/ford., a simító megmunkálást $a_p=0,05$ és $f=0,12$ mm/ford. fogásmélység és előtolás értékekkel végeztük el. A simításnál alkalmazott forgácsolósebesség $v_c=165$ m/min, nagyolásnál $v_c=162$ m/min volt. A munkadarab 16MnCr5 acél volt 61-63 HRC keménységre edzve. A kísérleteket CNGA 120408 jelű PCBN lapkával végeztük el Pittler PVSL 2R keményesztergán. Az élgeometriai adatok a következők voltak: $\alpha_0=6^\circ$, $\beta_0=80^\circ$, $\gamma_0=-6^\circ$, $\kappa_r=95^\circ$, $r_e=0.8$ mm, $b_e=0.1$ mm, $r_\beta=20$ μ m, az élettörés szöge 20° . A kísérletek során 20, 40, 60, 80 darab alkatrész megmunkálása után optikai mikroszkóppal mértük a forgácsoló lapka hátkopását.

3. Kopási ráta meghatározása nagyoló és simító megmunkálás esetén

1978- ban Usui et. al. FDM (finite differential method) módszerrel meghatározta a kráterkopás és a hátkopás mértékét, felhasználva az általuk kifejlesztett adhéziós kopást leíró (1) egyenletet [5]:

$$w = C v_s \sigma_f e^{\left(\frac{-\lambda}{T}\right)} A \cdot t \quad (1)$$

ahol: w : a lekopott anyagterfogat, (mm^3); v_s : a relatív csúszási sebesség a szerszám/munkadarab érintkezési felületén, (mm/s); σ_f : az érintkezési felületen kialakuló normál feszültség, (N/mm^2); T : az abszolút hőmérséklet, (K); A : a súrlódási felület, (mm^2); t : a forgácsolási idő, (s); C , λ : a szerszám/munkadarab anyagpárosítástól függő állandók. A forgácsoló szerszám kopásának szimulációját DEFORM V10 2D szoftverrel végeztük el ortogonális forgácsolás esetén. A forgácsolás végeeselemes szimulációhoz az 1. és 2. táblázatban összefoglalt fizikai paramétereket alkalmaztuk.

1. táblázat. Alacsony CBN tartalmú szerszám anyagtulajdonságai [6]

Sűrűség, kg/m^3	4370	Hőtágulási együttható, $1/^\circ\text{C}$, $\times 10^{-6}$	4,9
Fajlagos hőkapacitás, $\text{J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$	750	Young modulus, MPa	600000
Hővezetési tényező, $\text{W}/(\text{mK})$	4,4	Poisson tényező	0,17

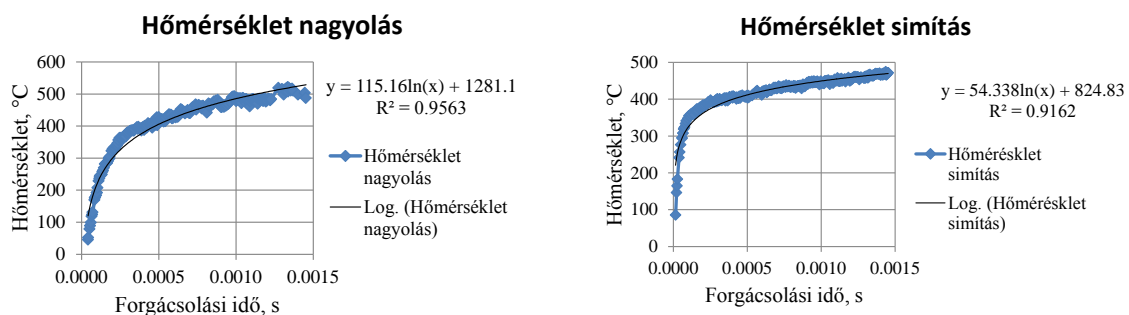
2. táblázat. 16MnCr5 (62HRC) acél fizikai tulajdonságai és Johnson-Cook paraméterei

Sűrűség, kg/m^3	7700	Johnson-Cook paraméterek [7]	
Fajlagos hőkapacitás, $\text{J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$	460	A, MPa	400
Hővezetési tényező, $\text{W}/(\text{mK})$	25	B, MPa	680
Hőtágulási együttható, $1/^\circ\text{C}$, $\times 10^{-6}$	16	C	0,057
Young modulus, MPa	200000	n	0,4
Poisson tényező	0,27	m	0,7

A szimuláció eredményeinek felhasználásával a kísérleti eredményekhez való illesztés után a forgácsoló szerszámról lekopott anyagterfogatot az Usui – féle adhéziós kopásmodellel számítottuk ki. A mért hátkopás alapján számított lekopott szerszámanyag terfogatot a [8] alapján határoztuk meg, figyelembe véve a szerszám élettörésénél lévő nagy negatív homlokszöget (2).

$$V = \frac{VB^2 \text{tg}\alpha}{2(1 + \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta)} \quad (2)$$

ahol: V : lekopott anyagtérfogat, (mm^3); VB : a hátkopás mértéke, (mm); α : ortogonál hátszög, ($^\circ$); β : élettörés szöge az ortogonál síkban, ($^\circ$). A végeelem szimuláció által állandósult állapotnál szolgáltatott abszolút hőmérséklet, normál feszültség és relatív súrlódási sebesség felhasználásával meghatároztuk a kísérleti eredményekhez illesztett (1) kopásmodell C és λ együtthatóit nagyoló és a simító megmunkálás esetén. Ezeket az együtthatókat a 3. táblázatban foglaltuk össze. A forgácsolás állandósult állapotában a relatív csúszási sebesség és a normál feszültség értéke állandó, az abszolút hőmérséklet pedig a forgácsolási idő növekedésével exponenciálisan növekszik. Az abszolút hőmérséklet változását a forgácsolási idő függvényében az 1. ábra mutatja nagyoló és simító megmunkálás esetén.



1. ábra. Az abszolút hőmérséklet változása a forgácsolási idő függvényében

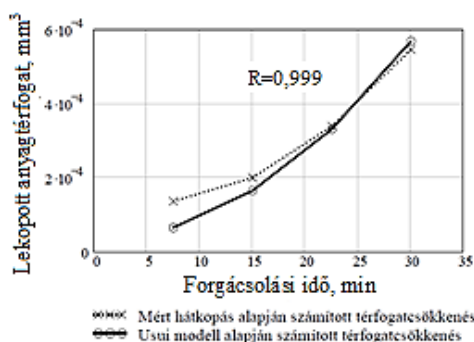
3. táblázat. A (1) kopásmodell együtthatói és a végeelem modell alapján meghatározott relatív csúszási sebesség és normál feszültség

	Az (1) kopásmodell együtthatói		Relatív csúszási sebesség	Normál feszültség
	C , mm^2/N	λ , K	v_s , mm/s	σ_f , N/mm^2
Nagyolás	3.956E-12	1770	1600	1190
Simítás	2.5E-12	2115	1960	949

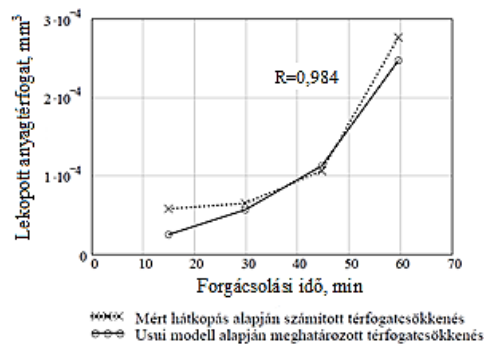
A 2. ábrán a szerszám anyagának az adhéziós kopás okozta térfogatcsökkenését szemléltettük a forgácsolási idő függvényében nagyoló és simító megmunkáláskor.

4. Következtetések

A 2. ábrán látható, hogy az Usui féle adhéziós kopásmodell segítségével meghatározott lekopott anyagtérfogat jól illeszkedik a kísérleti eredményekhez. Az is megfigyelhető, hogy a lekopott anyagtérfogat simító megmunkálás esetén kisebb, mint nagyoló megmunkálásnál. Ennek oka, a nagyoló megmunkálás esetén kialakuló intenzívebb hátkopás és az ebből következő nagyobb mértékű anyagvesztés a szerszámon. A C együtthatókat vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy nagyoló megmunkálás esetén nagyobb értéket kapunk, mint simító megmunkálásnál. A λ együtthatókat összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy nagyoló megmunkálás esetén kisebb értéket kapunk, mint simító megmunkálásnál. A C együttható növekedésének oka, hogy a lekopott anyagtérfogat C -vel egyenesen arányosan változik. A λ együttható csökkenésével viszont a lekopott anyagtérfogat fordítottan arányos.



a) nagyoló megmunkálás



b) simító megmunkálás

2.ábra. A lekopott anyagterfogat változása a forgácsolási idő függvényében nagyoló és simító megmunkálás esetén

Ennek oka, hogy nagyoló megmunkálás esetén a nagyobb normálfeszültség következtében a szerszám munkadarab érintkező felületén nagyobb a súrlódási energia, ez intenzívebb hőfejlődést eredményez, ami a kisebb λ értéknél az (1) összefüggés exponenciális tagjának növekedésében nyilvánul meg. A nagyobb hőfejlődés a szerszám anyag keménységének csökkenését és a szerszám felületi rétegének szövetszerkezeti változását okozza [9], növelve ezzel a szerszámkopás mértékét.

Köszönetnyilvánítás

„A cikkben/előadásban ismertetett kutató munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Irodalom

- [1] Vitor Augusto A. de Godoy, Anselmo Eduardo Diniz: Turning of interrupted and continuous hardened steel surfaces using ceramic and CBN cutting tools. Journal of Materials Processing Technology 2011.
- [2] Davies, M. A., Chou, Y., Evans, C. J.: "On Chip Morphology , Tool Wear and Cutting Mechanics in Finish Hard Turning", CIRP Ann., 45(1), pp.77-82 1996.
- [3] Narukati, N., Yamane, Y.: Tool Wear and Cutting Temperature of CBN Tools in Machining of Hardened Steels, CIRP Ann., 45(1), pp. 23-28. 1979.
- [4] Mathew P., Use of Predicted Cutting Temperatures in Determining Tool Performance. International Journal of Machine Tools & Manufacture 29 (4) 481-497 1989.
- [5] E. Usui, T. Shirakasi, T. Kitagawa: Analytical prediction of three dimensional cutting process, part 3: cutting temperature and crater wear of carbide tool, Trans. ASME J. Eng. Mater. Technol. 100 1978 236-243.
- [6] S. N. M. Anand Ramesh, Modeling of white layer formation under thermally dominant, International Journal of Machine Tools & Manufacture 48 (2008) 402–414.
- [7] ČSN 41 4220/ISO 683/11-70
- [8] M.C. Shaw, Metal Cutting Principles, Clarendon Press, Oxford, 1984. p.225.
- [9] A. G. Mamalis, J. Kundrak and M. Horvath: Wear and Tool Life of CBN Cutting Tools. Int J Adv Manuf Technol (2002) 20:475–479.

Ráczkői László, tanársegéd

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros, E-mail: laszlo.raczkovi@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

SZEKUNDER ÜSTMETALLURGIAI SALAK VISZKOZITÁSA

RÉGER Mihály, Alfred ENDER

Abstract

The paper deals with the viscosity problem of slags in the ladle treatment process of steels. Under industrial circumstances after the BOF tapping the slag formed on the surface of steel has to be viscous enough to cover the free surface of steel in order to prevent reoxidation and to enhance metallurgical processes. The viscosity of slags in the temperature range of treatment seems to be very sensitive to chemical composition of slags. Realistic estimation of slag viscosity can be performed by detailed analysis of equilibrium processes taking into account the suspension type slag structure.

Keywords: ladle treatment, slag, viscosity, mathematical modeling

Összefoglalás

A dolgozat az üstmetallurgiai kezelés során kialakuló ún. szekunder salakok viszkozitásának problémájával foglalkozik. A konverterből való csapolás után az acél felületén kialakított salak elegendő folyékonyságú kell legyen, egyrészt a reoxidáció megakadályozása, másrészt a metallurgiai folyamatok elősegítése céljából. Az üstmetallurgiai kezelés hőmérséklettartományában a salak viszkozitása érzékenyen függ a salak kémiai összetételétől. A viszkozitás megbízható becsléséhez az egyensúlyi folyamatok részletes elemzése és a salak szuszpenziós szerkezetének figyelembe vétele szükséges.

Kulcsszavak: üstmetallurgia, salak, viszkozitás, matematikai modellezés

1. Bevezetés, előzmények

Az ISD Dunaferr Dunai Vasmű Zrt.-nél a szekunder üstmetallurgiai folyamatban kialakult salakokkal kapcsolatos problémakör két alapvető eleme a következőkben foglalhatók össze.

a.) A konverter salakvisszazárás problematikája

A konverterből az üstbe csapolt acéllal együtt változó mennyiségű primer salak is átjut az öntőüstbe. A primer salak néhány alkotója, elsősorban az FeO és MnO kontrollálatlan mennyiségben megjelenik a szekunder salakban. Az átkerült salak mennyisége igen széles tartományban 250-2000 kg/adag tartományban változik, az átlagérték kb. 800 kg/adag. Mivel az átkerült salak mennyiségére vonatkozóan csak utólag – a kezelés első lépése után – lehet becslést tenni, így a szintetikus salak készítéséhez adagolt alkotók mennyisége nem feltétlenül van összhangban az átkerült primer salak mennyiségével.

b.) A szekunder salak viszkozitása nem megfelelő, illetve ingadozik

Ez a problémakör elsősorban az előző pontban említett salakvisszazárási nehézségekre vezethető vissza. Kétségtelen, hogy megfelelő salakvisszazáró alkalmazásával (kb. 250 kg/adag primer salak

átkerülésével) az űstmetallurgiai viszonyok lényegesen kedvezőbbek, a szintetikus salak összetétele sokkal állandóbb és sokkal gazdaságosabb a dezoxidációs folyamat megvalósítása.

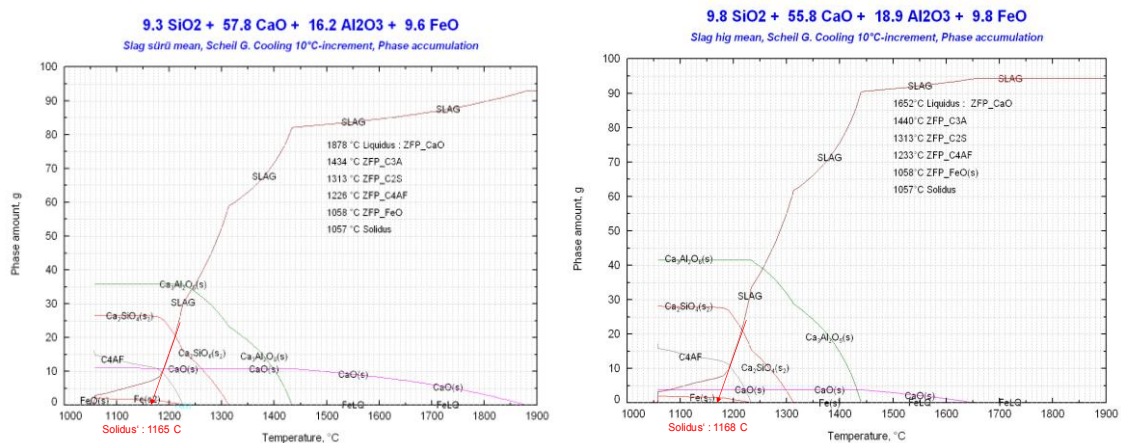
A viszkozitás szempontjából „jó” és „rossz” salakok minősítésére az elmúlt években az ISD Dunaferr Dunai Vasmű Zrt.-ben üzemi kísérleti program szerveződött, melynek az összefoglaló záródokumentuma a következőképpen fogalmazza meg a kísérleti program módszerét.

„A vizsgált adagoknál csapolás után az acélgyártók megállapították és feljegyezték a salakfolyósságára vonatkozó egyéni megállapításukat, ezután került sor a salak mintavételre (SLE S). A kiindulási adagszám, amely részt vett a vizsgálatban, 794 volt, ebből a halmazból adathiányos volt 187, ezért első megközelítésben 607 adag adatait próbáltuk értékelni. Az adagok salakjainak folyósságát híg és sűrű csoportba soroltuk. A „híg salak”-okhoz tartoztak a „híg, folyós, jó salak, reakcióképes salak, finom salak” megjegyzésűek. A „sűrű salak”-okhoz soroltuk a „sűrű, kemény, krémszerű, krémes, szilárd, darabos” megállapításúakat. A fenti két csoportot még tovább is szétválasztottuk, attól függően, hogy a szekunder salakképzéskor, csapolás közben adagoltak-e salakfolyósító anyagként folyópátot, vagy sem.”

A jelen dolgozatban ismertetett munka célja, hogy e korábbi üzemi kísérletsorozat és megfigyelés halmaz elemei között összefüggést keressen és ezzel elősegítse azt, hogy a szekunder űstmetallurgiai salakok viszkozítása a napi üzemi gyakorlatban megfelelő biztonsággal kézben tartható legyen.

2. Egyensúlyi dermedési folyamatok elemzése és a szuszpenziós szerkezetű salak viszkozítása

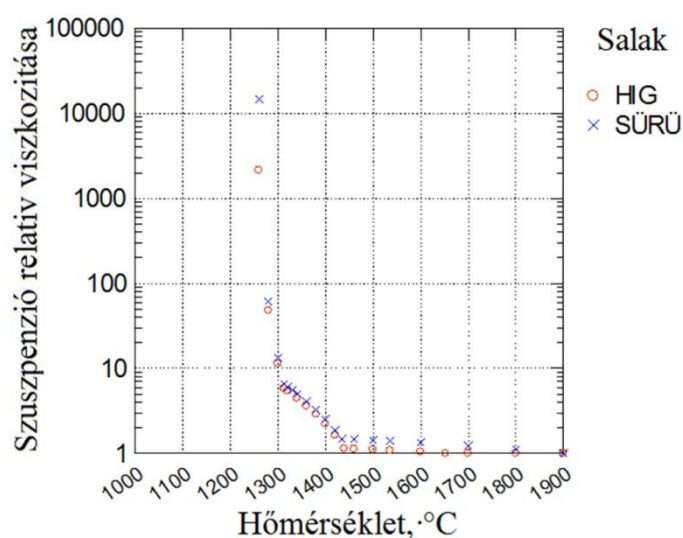
A „híg” és „sűrű” salakok átlagos összetételének különbségéből adódóan a dermedési folyamatban is eltérések lehetnek, mely a viszkozításban tapasztalt különbözőséget okozhatja. Az egyensúlyi viszonyok összetételtől való függésének, valamint a jellemző (pl. likvidusz) hőmérsékletek pontosabb meghatározására matematikai modell alkalmazására került sor. A kereskedelmi szoftverek közül az e célra leginkább alkalmas szoftver a FactSage termodinamikai programcsomag. A dermedési folyamat részleteit összefoglalóan „sűrű”, és „híg” salakokra vonatkozóan az 1. ábra tartalmazza.



1. ábra: A "sűrű" és „híg” salak dermedésének folyamata

A diagramokon a likvidusz és szolidus, valamint a „Zero-Fraction-Point“ (ZFP) hőmérsékletek is feltüntettük, ez utóbbi a lehüléskor az első szilárd fázis megjelenésének hőmérsékletét jelzi. A görbékhez húzott piros érintők metszeteihez rendeltük a szolidusz hőmérsékletet, mivel ezen a hőmérsékleten már csak vasoxidban dús olvadék maradványok találhatók a szilárd fázisban diszpergálva. Eddig a hőmérsékletig a CaO, C2A és C2S gyakorlatilag már teljesen, de a C4AF még nem teljesen vált ki a maradék olvadékból. A szekunder metallurgiai salakban lévő fémes Fe-cseppek a szilárdulási folyamat végén képződhetnek.

A szuszpenzió jellegű salak viszkozitásának meghatározásához az Einstein-féle szuszpenziós viszkozitásra vonatkozó összefüggést alkalmazható, e számítás sorozat végeredményét a következő diagram mutatja be.



2. ábra A salak szuszpenzió eredő relatív viszkozitása a hőmérséklet függvényében

3. Az eredmények értelmezése

Ennek a munkának az a célja, hogy a Dunafer szubjektív módon és optikai módszerekkel „sűrűnek” és „hígnak” minősített szekunder metallurgiai salakjainak tulajdonságai közötti különbséget értelmezzük. Statisztikailag nézve a konvertersalakokkal bekerülő FeO és MnO mennyisége, a primer Al-adagolás mértéke, továbbá a szekunder metallurgiai üstsalak Al_2O_3 tartalma egyaránt nagyon kedvezően hat a salak folyékonyságára.

A FactSage szoftverrel végzett termodinamikai egyensúlyi állapotra vonatkozó számítások azt mutatták, hogy a „híg” és a „sűrű” csoportba sorolt salakok dermedésekor a maradék olvadék összetételében gyakorlatilag semmilyen különbség sem alakult ki. Eltérést csak az okoz, ha a maradék olvadék CaO-ra nézve telítődik. Míg a „híg”-nak minősített salakok likvidusz hőmérséklete 1650°C körül van, addig a „sűrű”-nek minősített salakok likvidusz hőmérséklete nagyobb, és kb. 1880°C-nál van. Ennek az a következménye, hogy a „sűrű” salakban 10%-kal nagyobb a szilárd fázisok részaránya. A dermedés vége felé egy vasoxidos komponens dúsul fel a maradék olvadékban. A C_2S kristályosodásakor 1300°C alatt a viszkozitás görbe elveszíti szokásos exponenciálisan növekvő

jellegét. A vasoxidban gazdag maradék salakok a csökkenő hőmérséklettel ennek megfelelően hígfolyósabbá válnak.

A szuszpenziók viselkedésének leírására kidolgozott Einstein-féle viszkozitás törvény figyelembe vételével meghatároztuk az üstsalak viszkozitását. A számításokhoz alapul a szilárd fázist is tartalmazó szuszpenziók fázisának és fázisarányának hőmérsékletfüggését leíró Gulliver-Scheil modell szolgál. Az Einstein-féle feltevés szerint már 1440°C-on – a maradék olvadék viszkozitásához viszonyítva – a „sűrű”-nek minősített salakok csoportjában az integrális, vagyis a szilárd és olvadék részeket is tartalmazó szuszpenzió jellegű salak viszkozitása 50%-kal növekszik, míg a „híg” salakoknál ez a viszkozitás növekedés csak 14 %-os.

1310°C-nál a szuszpenzióknak a folyékony maradék salakhoz viszonyított viszkozitása a „sűrű” esetben már 550 %-os értéket mutat. Ezzel szemben a „híg” esetben ez az érték csak 480 %-ra növekedett. 1260°C környékén a "sűrű" és "híg" salakok relatív viszkozitási aránya meghaladja a 7-es értéket. 1260°C alatt az üstsalak "folyékony-tésztaszerű" állapotból átvált szilárd állapotba, mivel szilárd fázis térfogataránya meghaladja a mintegy 0.6-os (60 %-os) értékét. A maradék salak 40 %-nyi mennyisége a szilárd fázis alkotta váz köztes tereiben dermed meg.

A jelen számítások igazolják, hogy a salak összetételében mutatkozó viszonylag kismértékű eltérések a viszkozitásnak, illetve a salakok kezelés közben megmutatkozó viselkedésének igen erőteljes megváltoztatását eredményezik. Az eredmények rávilágítanak arra is, hogy milyen módon és irányban célszerű a salakok összetételének módosítása a hatékony üstmetallurgiai kezelés gyakorlati megvalósítása során.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás részben az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 számú pályázat keretében. A ThyssenKrupp System Engineering (TKSE) FactSage 6.2 viszkozitás modullal kapcsolatos támogatását ezúton is köszönjük. A szerzők köszönetet mondanak dr. Verő Baláznak a publikáció lektorálásáért.

Réger Mihály, egyetemi tanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, BGK Anyag- és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

Telefon / Fax: 36-16665430/36-16665423

E-mail: reger.mihaly@bgk-uni.obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FULLERÉNEK STABILITÁSÁNAK PREDIKCIÓJA TOPOLÓGIAI INVARIÁNSOK FELHASZNÁLÁSÁVAL

Réti Tamás, Fried Zoltán, László István, Drégelyi-Kiss Ágota

Abstract

To characterize the topological structure of fullerene molecules, a novel approach is presented. The method proposed is based on the following concept. As a first step we consider the dual of the traditional fullerene graph, and as a second step, from the adjacency matrix of the corresponding dual graph, some topological invariants designated to the characterization of fullerene structures are derived. Performing tests on the set of C₄₀ and C₆₆ fullerene isomers, it is verified that the selected topological descriptors (Ro and EE) are efficiently used for the stability prediction of fullerene isomers.

Key words:

polyhedral graphs, stability prediction, fullerenes

Összefoglalás

Új módszert ismertetünk fullerének topológiai szerkezetének jellemzésére. A módszer a következő koncepción alapul: Első lépésben generáljuk a fullerén gráf duálisát, majd a második lépésben olyan topológiai invariánsokat származtatunk, amelyek fullerén szerkezet jellemzésére alkalmasak. A módszer hatékonyságát C₄₀ és C₆₆ fullerén izomerek halmazán teszteltük. Az eredmények igazolták, hogy kiválasztott topológiai deskriptorok (EE és Ro) eredményesen használhatók fullerén izomerek stabilitásának predikciójára.

Kulcsszavak:

Poliéder-gráfok, stabilitás predikció, fullerének

1. Bevezetés

A fullerének n számú karbon-atomot tartalmazó óriásmolekulák, amelyeket geometriailag poliéderekkel illetve síkbeli poliéder-gráfokkal szokás modellezni. Közös sajátosságuk, hogy a trivalens poliédernek tekintett C_n fullerént kizárólag 5- és 6-szögű poligonok alkotják, ahol n a poliéder csúcsainak száma, amelyre $n \geq 20$ és $n \neq 22$ megszorítások érvényesek [1]. A fullerén-kutatás kapcsán felmerülő fontos problémák egyike a lehetséges fullerén-izomerek stabilitásának predikciója. Jelenleg nem ismeretes megbízható, és viszonylag egyszerű módszer annak megállapítására, hogy a nagyszámú izomer közül melyek lehetnek azok, amelyeknek fizikai létezésére reális esély kínálkozik. A klasszikus energetikai számítások elvileg lehetőséget nyújtanak a stabilitás megbízható előre jelzésére, de ezek a számítások az n atomszám növekedésével mind inkább időigényesek. Újabbban előtérbe került a nem-tradicionális felépítésű (non-classical) fullerének topológiai struktúrájának kvantitatív vizsgálata is [1]. Ez utóbbiak olyan trivalens poliédereknek tekinthetők, amelyeknek

jellemzője, hogy az 5- és 6-szögeken kívül tartalmazhatnak még 4- valamint 7-szögű lapokat is. A stabilitás predikcióját érintő, elsődlegesen számítástechnikai nehézségek fokozottan jelentkeznek a nem-tradicionális fullerének esetében.

Jelen dolgozatban egy merőben újszerű módszert ismertetünk a fullerén izomerek stabilitásának előrejelzésére. A módszer a következő koncepción alapszik: Tekintve, hogy a fullerének síkbeli poliéder-gráfokkal reprezentálhatók, ezért ezen gráfoknak mindig létezik egyértelműen definiált ún. duális gráfja, amely kizárólag 5- és 6-fokszámú csúcsokat tartalmaz. Ez a megközelítés gyakorlatilag azt jelenti, hogy elég a vizsgálatokat a duális gráfok szomszédossági mátrixának elemzésére korlátozni, illetve a szomszédossági mátrix (adjacency matrix) adataiból olyan topológiai invariánsokat származtatni, amelyek eséllyel jönnek számításba a stabilitás előrejelzésre.

Az újonnan javasolt topológiai indexek predikciós célra való gyakorlati alkalmazhatóságát a C_{40} valamint a C_{66} fullerén-izomerek véges halmazán teszteltük.

2. Topológiai invariánsok

Fullerén izomerek strukturális jellemzésére leginkább használatos topológiai invariáns az N_p pentagon index. Ez egy nem-negatív egész szám, amely azonos a 12 ötszög közötti közös élek számával, értéke elvileg 0 és 30 között változhat [1,2]. Mivel egy fullerénben az ötszögek száma mindig 12, ezért $N_p=0$ akkor és csak akkor, ha minden ötszög izolált, azaz minden egyes 5-szög pontosan öt darab 6-szöggel élszomszédos. Általánosan elterjedt nézet, hogy adott n csúcszám esetén azon izomerek tekinthetők leginkább stabilnak, amelynek pentagon indexe kicsi, azaz nulla vagy ehhez közeli szám [1,2]. A közel múltban a fullerén-struktúrák számszerű jellemzésére előtérbe került az ún. Estrada-index alkalmazása [3]. Az $EE(G)$ Estrada index egy G gráf szomszédossági mátrixának sajátértékei alapján definiált topológiai invariáns:

$$EE(G) = \sum_i \exp(\rho_i)$$

ahol ρ_i az i -edik sajátérték.

Mind a pentagon index (N_p), mind az Estrada index ($EE(G)$) alkalmazásának vannak előnyei és hátrányai. Mindkettő viszonylag könnyen számítható, különösképp igaz ez a pentagon indexre. Az utóbbi hátránya azonban, hogy diszkriminációs képessége korlátozott, ugyanis létezik számos izomer, amelynek pentagon indexe azonos, (Pl. $N_p=2$) így ezen izomerek stabilitási sorrendje nyilván nem minősíthető N_p alapján. Az Estrada index hátrányos tulajdonsága [3], hogy az egyes izomerek Estrada indexei között rendkívül kicsi a különbség, az esetek zömében az eltérések maximális értéke kisebb mint 0,01.

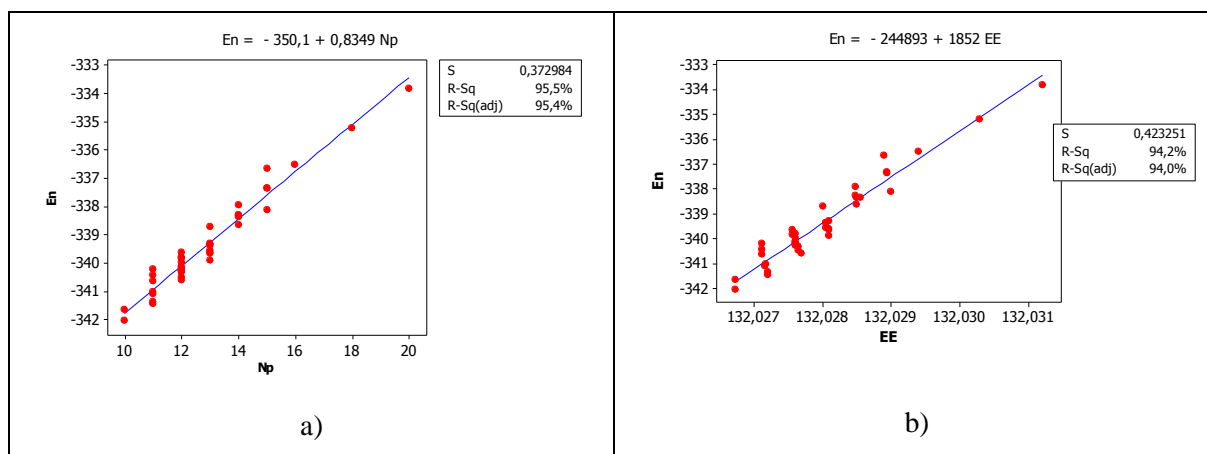
A fullerének duális gráfjait vizsgálva arra következtettünk, hogy mind a C_n fullerén-gráf duális

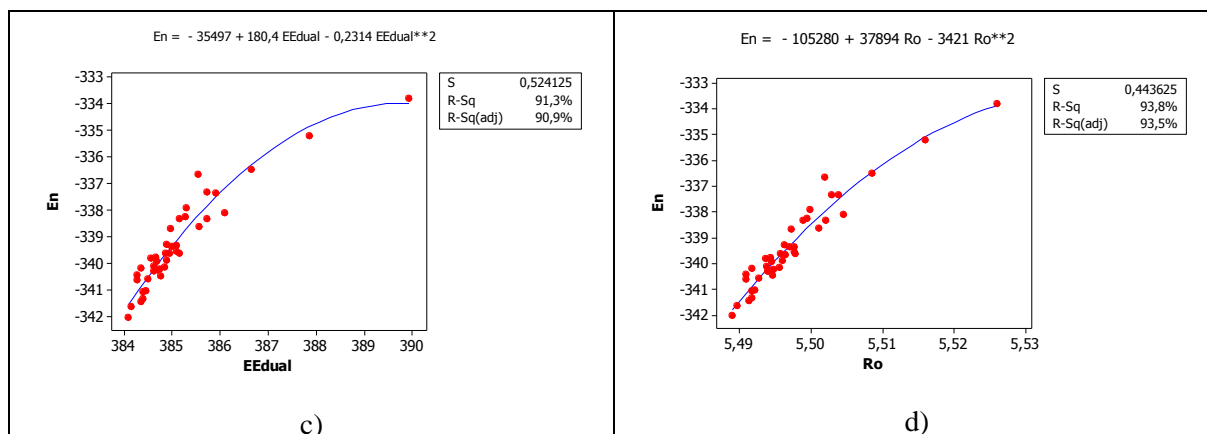
gráfjának Estrada indexe $EE(C_n^{dual})$, mind pedig a duális gráf spektrál rádiusza $\rho(C_n^{dual})$, azaz a maximális értékű sajátérték, előnyösen használhatók stabilitás predikció céljára. Statisztikus módszerekkel elemeztük C40 és C66 fullerén-izomerekre vonatkozóan egyes topológiai invariánsok és a fizikai modell alapján becsült E_n keletkezési energiák közötti sztochasztikus kapcsolatokat. A fullerén izomerek E_n keletkezési energiáit, – amely az izomer relatív stabilitásának számszerű jellemzője - az elterjedten használatos Density Functional Tight-Binding (DFTB) módszerrel számítottuk [4]. Minél kisebb az E_n energetikai paraméter értéke, annál stabilabbnak tekintendő a hozzá tartozó izomer. A diagramokkal ábrázolt összefüggések értelmezésének megkönnyítésére a következő egyszerűsítő jelöléseket vezettük be: EE = az eredeti, trivalens fullerén gráf Estrada indexe, EE_{dual} = a duális fullerén gráf Estrada indexe, R_o = a duális fullerén gráf ρ spektrál rádiusza.

3. C40 fullerén izomerek vizsgálata

A C40 típusú fulleréneknek pontosan 40 izomerje létezik, ezek pentagon indexe 10 és 20 között változik. Az energetikai számítások szerint a legstabilabb a C40:38 izomer, ezt követik sorrendben a C40:39 és C40:31 izomerek. A saját számítások eredményeit (topológiai paraméterek és E_n energetikai jellemző) az 1. táblázat összesíti. Az 1. ábra diagramjai a C40 izomerekre vonatkozó eredményeket grafikus formában jelenítik meg.

Mint megállapítható, mind a négy vizsgált topológiai invariáns erősen korrelál az E_n energetikai jellemzővel, következésképpen a stabilitás predikciójára alkalmasnak mutatkoznak. Az N_p pentagon index és az EE Estrada index nem teszi lehetővé az izomerek közötti strukturális különbségek detektálását, mivel több olyan izomer létezik, amelynek azonos, vagy közel azonos a pentagon indexe illetve az Estrada indexe.





1. ábra. Korrelációs összefüggések a 40 darab C40 fullerén-izomerre vonatkozóan

Izomer	Topológiai paraméterek				Energia (En [eV])
	Ro	EE _{dual}	EE	N _p	
C40:38	5.4890495	384.0861429	132.0267238	10	-342,031
C40:39	5.4897603	384.1524340	132.0267262	10	-341,631
C40:31	5.4913203	384.3456462	132.0272051	11	-341,438
C40:29	5.4917461	384.3961455	132.0272065	11	-341,345
C40:26	5.4918157	384.3885577	132.0271643	11	-341,094
C40:24	5.4922670	384.4460111	132.0271656	11	-341,022
C40:37	5.4910060	384.2728637	132.0271218	11	-340,636
C40:40	5.4927389	384.5051255	132.0276837	12	-340,580
C40:14	5.4946883	384.7548057	132.0276523	12	-340,476
C40:36	5.4910060	384.2772077	132.0271218	11	-340,431
C40:30	5.4939737	384.6289867	132.0276467	12	-340,304
C40:25	5.4945800	384.6935372	132.0276048	12	-340,277
C40:22	5.4947709	384.7344424	132.0276060	12	-340,230
C40:35	5.4917209	384.3481603	132.0271220	11	-340,196
C40:21	5.4956524	384.8430166	132.0276076	12	-340,151
C40:27	5.4937994	384.6090975	132.0276044	12	-340,126
C40:15	5.4944877	384.6903195	132.0276088	12	-339,943
C40:17	5.4960335	384.8787435	132.0280898	13	-339,884
C40:34	5.4936774	384.5611023	132.0275623	12	-339,827
C40:28	5.4944236	384.6592604	132.0276058	12	-339,777
C40:16	5.4964612	384.9461311	132.0280952	13	-339,645
C40:20	5.4957915	384.8691424	132.0275654	12	-339,627
C40:9	5.4977966	385.1507334	132.0280982	13	-339,614
C40:10	5.4977120	385.0989738	132.0280519	13	-339,558
C40:12	5.4970645	384.9986241	132.0280504	13	-339,370
C40:13	5.4976413	385.0852416	132.0280517	13	-339,347
C40:19	5.4962914	384.8964782	132.0280911	13	-339,292
C40:23	5.4972724	384.9689797	132.0280055	13	-338,690
C40:6	5.5011144	385.5627727	132.0284988	14	-338,624
C40:18	5.4989259	385.1550042	132.0284895	14	-338,341
C40:5	5.5020757	385.7362473	132.0285480	14	-338,332
C40:32	5.4994279	385.2683608	132.0284853	14	-338,270
C40:8	5.5046265	386.0925238	132.0289921	15	-338,113
C40:33	5.4999739	385.3045578	132.0284858	14	-337,922
C40:4	5.5039109	385.9108375	132.0289449	15	-337,348
C40:7	5.5029706	385.7240240	132.0289380	15	-337,330
C40:11	5.5019917	385.5385376	132.0288945	15	-336,642
C40:2	5.5086293	386.6542055	132.0293939	16	-336,489
C40:3	5.5160459	387.8701024	132.0302887	18	-335,193
C40:1	5.5260158	389.9454188	132.0312134	20	-333,806

1. táblázat C40 fullerén izomerekre jellemző topológiai invariánsok és becsült energetikai jellemzők

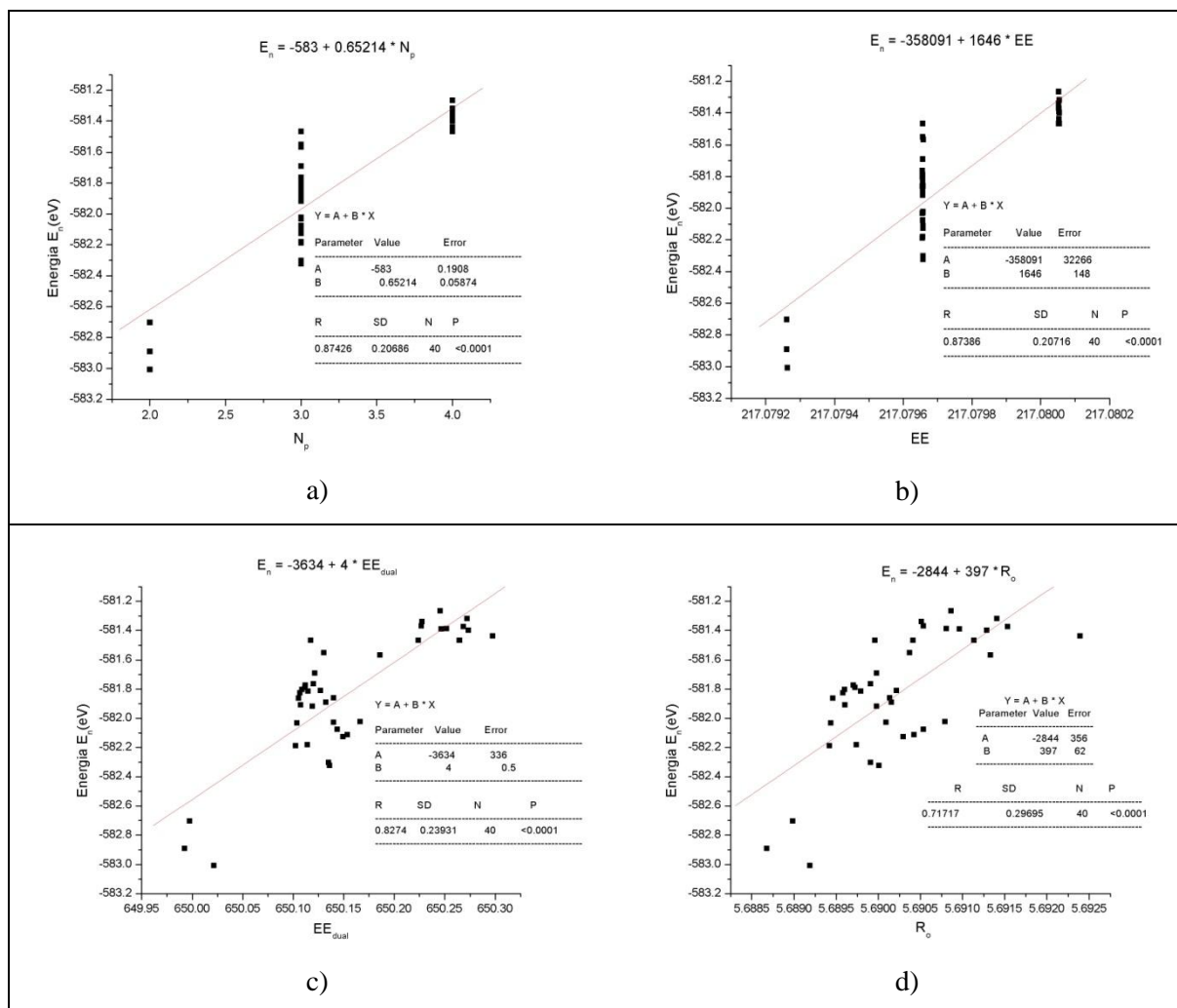
A duális gráfok alapján származtatott topológiai jellemzők (EE_{dual} és R_o) ugyancsak jól korrelálnak az E_n energia-paraméterrel. Az EE_{dual} paraméter előnyös tulajdonsága, hogy értéke jóval szélesebb intervallumban változik, mint EE értéke. A statisztikai elemzés alapján megállapítható, hogy a R_o spektrál rádiusszal való becslés valamivel kedvezőbb eredményt ad mint az EE_{dual} paraméterrel végzett becslés. Valójában, az izomerek stabilitási sorrendjének előrejelzése itt az alapvető fontosságú feladat, az E_n energetikai jellemző konkrét számszerű értékek becslése csak másodlagos jelentőséggel bír.

4. C66 fullerén izomerek vizsgálata

A C66 típusú fullerén izomerek száma 4478. Közülük mindössze három olyan létezik, amelynek pentagon indexe minimális, azaz $N_p=2$. Ezek tekinthetők a leginkább stabil izomereknek az energetikai számítások szerint is. Pontosan 26 olyan izomer létezik, amelynek pentagon index $N_p=3$, és 176 azon izomerek száma, amelyeknek pentagon indexe $N_p=4$. Egyetlen olyan izomer létezik, amelynek pentagon indexe maximális, azaz $N_p=16$. Érdekesség, hogy 2 és 16 közötti intervallumban mindig létezik pozitív pentagon indexű izomer, $N_p=15$ kivételével.

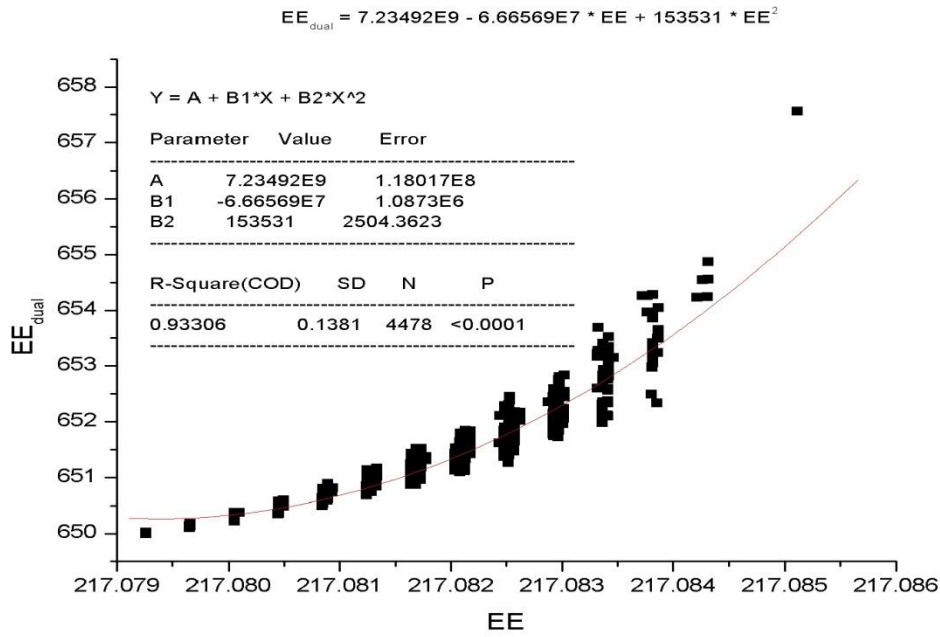
A számításokat mind a 4478 izomerre elvégeztük. A 2. ábra diagramjain azonban csak azon 40 izomer paramétereit szemléltettük, amelyek energetikai szempontból sorrendben a legjobb eredményeket szolgáltatják (vagyis amelyekre nézve az E_n energetikai jellemzők minimálisak).

A 2. ábra diagramjait elemezve arra következtethetünk, hogy azon 3 izomer energetikailag a legstabilabb, amelyek pentagon index minimális, azaz $N_p=2$. A többi 37 izomer stabilitásáról a pentagon index már alig ad hasznos információt. Lényegében ugyanez mondható el az eredeti fullerén gráfok Estrada indexéről (EE) is. Megfigyelhető azonban, hogy a duális gráfok EE_{dual} és R_o topológiai paramétereik már több információt nyújtanak a stabilitási sorrend predikcióját illetően. Itt is érvényesül az a tendencia, hogy egy izomer annál stabilabbnak tekinthető, minél kisebb EE_{dual} és R_o értéke. A 3. és 4. ábrák diagramjai a 4478 izomerre vonatkozóan 3 topológiai paraméter, nevezetesen az EE , EE_{dual} és R_o invariánsok közötti összefüggést szemléltetik.

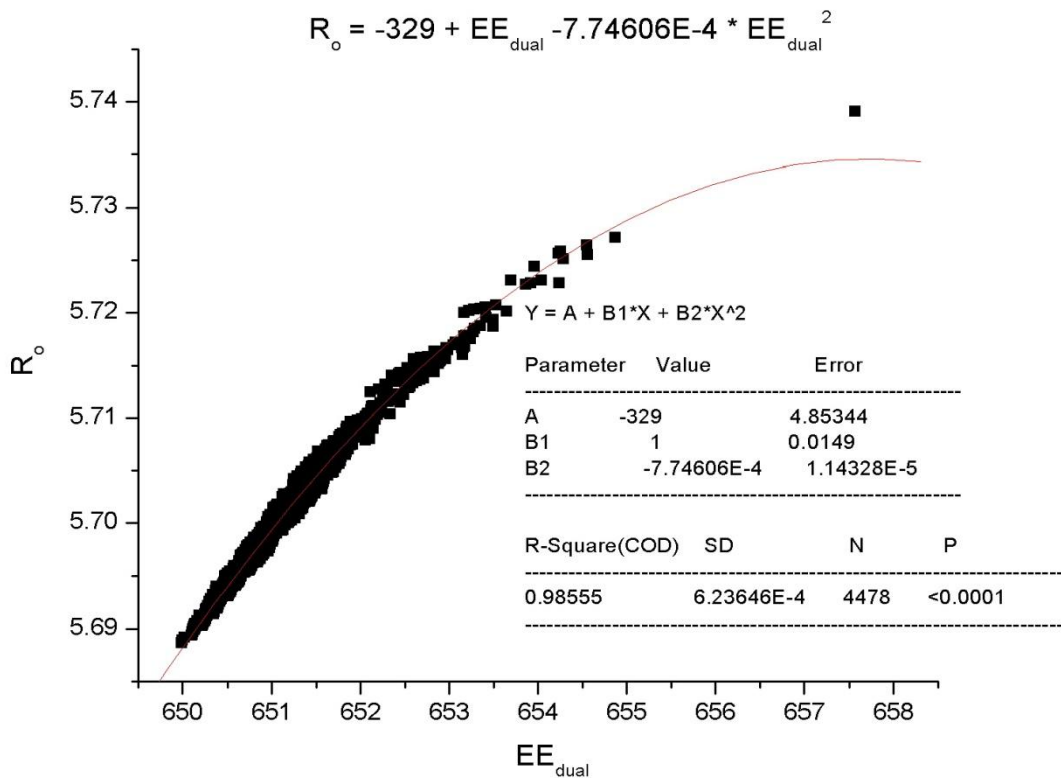


2. ábra. Korrelációs összefüggések az energetikailag legjobb 40 darab C66 fullerén-izomerre vonatkozóan

Amint a 3. ábra diagramjából kitűnik, a hagyományos fullerén gráfok és a duális gráfok Estrada indexei között meglehetősen szoros az összefüggés. Az egymástól elkülönülő pontthalmazok azon izomereket reprezentálják, amelyeknek azonos az N_p pentagon indexe. Jól kivehető, hogy $N_p=16$ pentagon indexű fullerénből csak 1 darab van, és nem létezik $N_p=15$ indexű fullerén. Hasonló módon igen szoros korreláció mutatható ki a duális gráfok Estrada indexe és spektrál rádiusza között. Ezek minimális értékei a leginkább stabil izomerekhez tartoznak, ezért mindkét topológiai jellemző felhasználható predikció céljára. Nyilván a spektrál rádiusz alkalmazása az előnyösebb, mivel ennek meghatározása egyszerűbb.



3. ábra. Sztochasztikus kapcsolat az EE és EE_{dual} Estrada indexek között C66 fullerén-izomerek esetében



4. ábra. Sztochasztikus kapcsolat a duális gráfok Estrada indexe és spektrál rádiusza között

5. Összefoglalás, következtetések

Fullerén izomerek topológiai szerkezetének jellemzésére egy új módszert ismertettünk. A tesztek alapján arra következtettünk, hogy a duális fullerén gráf Estrada indexe (EE_{dual}) és a duális fullerén gráf spektrál rádiusza (R_0) egyaránt alkalmas az egyes izomerek strukturális jellemzésére, valamint stabilitásuk predikciójára.

Irodalom

- [1] P. W. Fowler, D. E. Manolopoulos, *An Atlas of Fullerenes*, Calendron Press, Oxford, 1995.
- [2] E. Albertazzi, C. Domene, P.W. Fowler, T. Heine, G. Seifert, C. Van Alsenoy, F. Zerbetto, *Pentagon adjacency as a determinant of fullerene stability*, Phys. Chem. Chem. Phys., Vol. 1, (1999) p. 2913-2918.
- [3] P. W. Fowler, A. Graovac, *The Estrada index and fullerene isomerism*, in: The Mathematics and Topology of Fullerenes, Eds. F. Cataldo, A. Graovac, O. Ori, Springer Dordrecht, (2011) p. 265-280.
- [4] D. Porezag et al., *Constitution of Tight-Binding-like Potentials on the Basis of Density-Functional Theory: Application to Carbon*, Phys. Rev. Vol. B51 (1995) p.12947-12957.

dr. László István

Budapest University of Technology and Economics,
Institute of Physics, H-1521 Budapest
E-mail: laszlo@eik.bme.hu

Fried Zoltán

Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: kolozsvar@deirf.hu

dr. Réti Tamás

Óbudai Egyetem, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: reti.tamas@bgk.uni-obuda.hu

dr. Drégelyi-Kiss Ágota

Óbudai Egyetem, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A SILÓÜRÍTÉS GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ DISZKRÉT ELEMES MODELLJE

SAFRANYIK Ferenc, OLDAL István

Abstract

Granular materials have great significance in almost every field of the industry. The transportation and handling of agricultural products, comestibles, compounds, chemicals and minerals have special needs that have to be taken into account as well as the design of the connected apparatuses. The solution of the upcoming problems regarding the discharge of silos (stop of mass flow, design of the connecting apparatuses, etc.) can result serious cost decrease during the design or re-design of a new type. The aim of my research is to model the discharge process of a silo by discrete element model. Additional aim is to validate the simulation results by experiments. I would like to establish a modelling method that allows the accurate determination of the outflow properties of granulates such as outflow type, or mass flow.

Key words:

Silo, silo discharge, discrete element modeling, DEM.

Összefoglalás

A szemcsés anyagoknak szinte minden iparágban nagy jelentőségük van. A mezőgazdasági termékek, élelmiszerek, műanyagok, vegyszerek, ásványi anyagok szállítása, kezelése, a kapcsolódó berendezések tervezése során különleges figyelmet kell fordítani speciális tulajdonságaikra. A silók ürítésekor jelentkező problémák (pl.: anyagáram elakadása, a kapcsolódó berendezések tervezése, stb.) megoldása komoly költségeket jelent egy-egy új típus fejlesztésekor, átalakításakor. Céлом egy olyan numerikus modell kidolgozása, amellyel a szemcsés anyag kifolyási jellemzői (kifolyási mód, tömegáram) elfogadható pontossággal meghatározhatók, illetve a modell helyességének igazolása mérési eredményekkel.

Kulcsszavak:

Siló, silóürítés, diszkrét elemek módszere, DEM.

Bevezetés, célkitűzés

A függőleges tárolók használhatóságának két alapvető feltétele van. Az egyik, hogy a betöltött anyag kiüríthető legyen a tárolóból, a másik alapvető feltétele a kifolyási tömegáram ismerete, amely a silóhoz kapcsolódó berendezések tervezése, kiválasztása szempontjából fontos.

A szakirodalomban számos kifolyási modellt találunk, azonban ezek többsége csupán tapasztalati megoldást ad a kifolyási tömegáram meghatározásához. Oldal analitikus kifolyási modellje [4] tölcéses kifolyás esetén tisztán elméleti, térfogati kifolyás esetén pedig empirikus megoldást ad. Céлом egy olyan numerikus kifolyási modell megalkotása, amellyel mind tölcéses, mind térfogati áramlás esetén elméleti úton, elfogadható pontossággal meghatározható a kifolyási tömegáram. Továbbá a kidolgozott modell helyességének igazolása tölcéses kifolyás esetén, az analitikus modell felhasználásával.

Silók ürítése

Oldal munkájában [4] rávilágított, hogy a kifolyónyílás keresztmetszetén a kifolyási sebesség nem egyenletes eloszlású. Tölcséres kifolyás esetén a kifolyónyílásnál az anyaghalmoz sebességét a boltozat felületétől szabadesséssel megtett útból számította. Majd a sebességeloszlásnak a kifolyónyílás felületén vett integrálásával számította ki a kifolyási térfogatáramot, ebből határozta meg a kifolyási tömegáramot:

$$W = \frac{\pi\sqrt{2g}}{6} \cdot \sqrt{\delta} \cdot \rho_h \cdot (d - d_p)^{\frac{5}{2}}. \quad (1)$$

A modell érvényességi határai:

$$7d_p < d < 0,6D. \quad (2)$$

Az összefüggésben d_p a szemcsék átlagos átmérője, ρ_h a halmazsűrűség, $\delta = h/d$ pedig a boltozat alakátényezője (magasságának és szélességének aránya) [4]. A modell a kifolyást nagy pontossággal írja le, helyessége mérésekkel igazolt, tehát alkalmas a numerikus modell és paramétereinek helyességének igazolására is.

A kifolyás diszkrét elemes modellezése

A vizsgálat során búza fémsilóból történő kifolyását modelleztem diszkrét elemes módszerrel. Minden szimulációt az *EDEM Academic 2.1* (2008) diszkrét elemes modellező szoftverrel végeztem.

Szemcsemodell és kapcsolati modell

A búzaszemek geometria modelljét és a diszkrét elemes modellhez szükséges mikromechanikai jellemzőket a Szent István Egyetem, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszékén működő, szemcsés anyagokkal foglalkozó kutatócsoport határozta meg [2]. A vizsgálatok során merev, gömbökből álló összetett elemeket alkalmaztam. A búzaszemek geometriai modellje három gömbből álló összetett elem. A szemcse középpontjában lévő gömb 3 mm , a két szélső gömb pedig $2,5\text{ mm}$ sugarú. A szélső gömbök középvonalának távolsága a szemcse szimmetriatengelyétől $2 - 2\text{ mm}$.

A szimulációk során a szemcsék, illetve a szemcsék és a falak közti kapcsolatok leírására a Hertz-Mindlin-féle „no slip” kapcsolati modellt használtam [5].

1. táblázat: A búzaszemek és a siló anyagának mikromechanika jellemzői [2]

Mikromechanikai jellemző	Búza	Acél
ν [-]	0,4	0,3
G [Pa]	$3,58 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^{10}$
ρ [kg/m^3]	1460	7500
C_r [-]	Búzára v.: 0,5	-
	Acélra v.: 0,6	Búzára v.: 0,5
μ_0 [-]	Búzára v.: 0,3	-
	Acélra v.: 0,25	Búzára v.: 0,25
μ_r [m]	Búzára v.: 0,01	-
	Acélra v.: 0,01	Búzára v.: 0,01

Geometriai modell

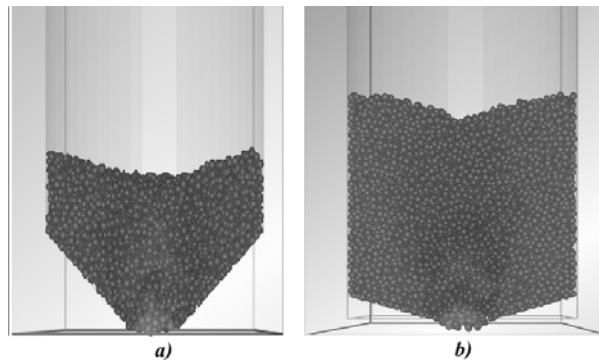
A silótest hengeres kialakítású $h = 0,7\text{ m}$ magasságú és $D = 200\text{ mm}$ átmérőjű. A szimulációkat két különböző félkúpszögű garattal végeztem el: $\theta_1 = 30^\circ$; $\theta_2 = 60^\circ$. Mindkét garat esetén a kifolyónyílás átmérője $d = 60\text{ mm}$.

A szimuláció paraméterei

A szimuláció első lépése a siló feltöltése. Ekkor a szoftver létrehozza az anyaghalmozatot egy előre kiválasztott térfogatban. A diszkrét elemek (a búzaszemek) pozícióját, a kiválasztott térfogaton belül véletlenszerűen generálja szoftver [1]. A számításigény csökkentése érdekében nem a teljes silót töltöttem fel búzával, csupán a silótest háromnegyedét. Miután a szoftver létrehozta a halmazt, a szemcsék a gravitáció hatására lehullanak a zárt silóba, így feltöltik azt. A kifolyónyílás egészen addig a pillanatig zárt, amíg a halmaz nyugalomba kerül (a teljes rendszer mozgási energiája elhanyagolhatóan kicsiny nem lesz). Ezután az összes anyag kiürül a silóból.

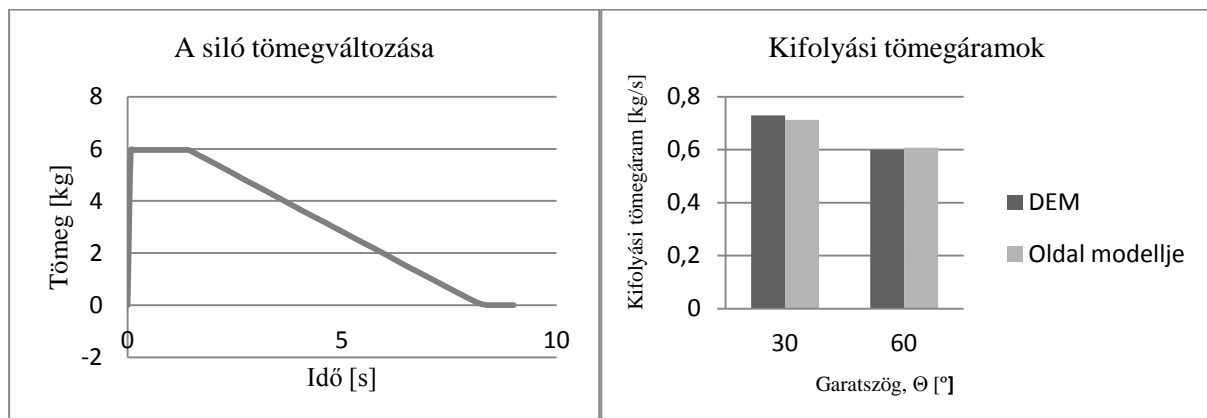
Eredmények

Az ürítés során 30° és 60° -os garatszög esetén is a várakozásnak megfelelő tölcséres kifolyás alakul ki (1. ábra).



1. ábra: a) Tölcséres kifolyás $\Phi=30^\circ$; b) Tölcséres kifolyás $\Phi=60^\circ$

A diszkrét elemes szimuláció eredményei alapján meghatároztam a siló tömegváltozását. A silóban tárolt anyag tömege lineárisan csökken az idő függvényében (2/a ábra).



2. ábra: a) A siló tömegváltozása; b) Kifolyási tömegáram értékek

Ez azt jelenti, hogy a silóban lévő anyagoszlop magasságának csökkenése ellenére állandó mennyiségű anyag folyik ki időegység alatt a silóból, azaz a kifolyási tömegáram független az anyagoszlop magasságától és az egyenes meredekségével egyenlő. A szimulációval meghatározott átlagos kifolyási tömegáram értékek csupán 2%-os eltérést mutatnak (2/b ábra) az Oldal modelljével [4] számítottakhoz képest. A numerikus modell tehát alkalmas a kifolyási tömegáram meghatározására is. A modell érvényességi határainak meghatározása viszont további vizsgálatokat igényel.

Összefoglalás

Tölcséres áramlási mód esetén a numerikus modellel kapott kifolyási mód egyezik a szakirodalomban publikált eredményekkel. A tömegáramra az analitikus modellel egyező eredményt kaptam és a szimuláció még az ürítési folyamat utolsó szakaszában, ürülő garat esetén is jól leírja az ürítési folyamatot, amire a teljesen töltött garatra érvényes analitikus modell nem képes.

A fentiek azt jelentik, hogy a diszkrét elemes modell tölcséres áramlás esetén alkalmas búza fémsilóból történő kifolyásának elfogadható pontosságú modellezésére. A továbbiakban méréseket kell végezni annak meghatározása érdekében, hogy a térfogati kifolyási mód leírására is alkalmas-e a numerikus modell.

Irodalom

- [1] C. González-Montenallo, Á. Ramírez, E. Gallego, F. Ayuga: Validation and experimental calibration of 3D discrete element models for the simulation of the discharge flow in silos, BIPREE Research Group, Universal Politécnica de Madrid, Spain, 2011, 114-118 oldal
- [2] Keppler I; Kocsis L; Oldal I; Farkas I; Csatár A.: *Grain velocity distribution in a mixed flow dryer*, The Society of Powder Technology Japan. Published by Elsevier B. V. and The Society of Powder Technology Japan, 2011, 824-827 oldal
- [3] Masson, S; Martinez, J.: *Effect of particle mechanical properties on silo flow and stresses from distinct element simulations*, Powder Technology 109, 2000.
- [4] Oldal I; Keppler I; Csizmadia B; Fenyvesi L.: *Outflow properties of silos: The effect of arching*, The Society of Powder Technology Japan. Published by Elsevier B. V. and The Society of Powder Technology Japan, 2011, 293-298 oldal
- [5] Raji, A. O; Favier, J. F.: *Model for deformation in agricultural and food particular materials under bulk compressive loading using discrete element method, Theory, model development and validation*, Journal of Agricultural Engineering Research, 2004 361-369 oldal

Safranyik Ferenc, MSc II. évf. hallgató

Szent István Egyetem, Mechanikai és Géptani Intézet, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék
Magyarország, 2100; Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Telefon: 0036-30616-8462

E-mail: safranyik.ferenc@hallgato.szie.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

DIFFERENCIÁL MŰ ALKATRÉSZ KOPÁSÁNAK ÉS MIKRO-GEOMETRIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

SÁNDOR Szabolcs, CZIFRA Árpád

Abstract

In the technical practise wear has got increased significance. To design life-time and to know failure conditions of machine elements require the knowledge of wear process.

In our work, we analysed a component of the differential of a BTR 80 steel planted military transport vehicle to characterise the wear of this machine element. Stereo-microscope photograph and a roughness and contour measurement were used.

The paper provides insight into the specific measuretechnical of the roughness of technical surfaces and shows the difficulties of assessment. Further more shows the wear of the parts and look for connection between the character of roughness of the worn surfaces and the character of the wear process.

Key words: wear; micro-geometry; roughness of surface

Összefoglalás:

A műszaki gyakorlatban a kopásnak fokozott a jelentősége. A gyakorlatban szeretnénk minden alkatrész élettartamát, tönkremenetelének fázisait pontosan meghatározni, ehhez pedig a kopási folyamatok ismerete, elengedhetetlen. Ehhez nyújt jelentős támogatást a kopott felületek vizsgálata.

A dolgozat elkészítése során egy BTR 80-as páncélozott katonai szállítójármű differenciálművének egy terhelésátadó elemét vizsgáltuk, a rajta jelentkező kopásjellegzetességek feltárásának céljából. A vizsgálatok sztereo-mikroszkópon és metszettepintős érdesség mérő berendezésen történtek.

A dolgozat betekintést nyújt a műszaki felületek érdességének jellegzetes mérés technikájába, valamint megmutatja a kiértékelés nehézségeit. Továbbá bemutatja az alkatrészen jelentkező kopásokat és kapcsolatot keres a kopott felületek érdessége és a kopás jellege között.

Kulcsszavak: kopás; mikro-geometria; felületi érdesség

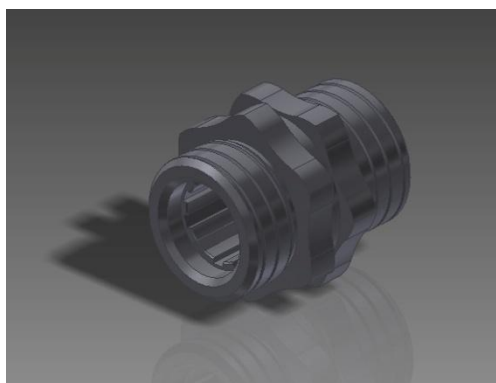
Bevezetés

A kopási folyamatok életünk szerves részei, még akkor is, ha erről a mindennapi életben gyakran megfeledkezünk. Gondoljunk csak egy pakli hagyományos magyar kártyára. Az elhasználódás nyomai ezen is markánsan jelentkeznek a lapok gyűrődésével, szakadásával, a színek kifakulásával. A termelő vállalatok gyakran élettartamra méretezik termékeiket. Például egy személygépjármű szervizelési gyakorisága időtávhoz és/vagy futási kilométerhez kötött. Ezekhez az előírásokhoz a kopási folyamatok időbeli lezajlásának és mértékének ismerete mind gazdasági mind biztonsági szempontból nélkülözhetetlen.

Elvégzett vizsgálatok

Az alkatrész kopását sztereo-mikroszkóp és metszettepintós érdesség mérő Mahr Prethometer segítségével vizsgáltuk. A mikroszkópos vizsgálat során a munkadarabot (1. ábra) felületének zsírtalanítása után egy felfogó tüskére rögzítettük, majd beállítottuk a fókusz távolságot. A berendezés össze van kötve egy számítógépes képrögzítő software-rel, amely a monitoron megjeleníti az objektív által látott pillanatnyi képet. Ennek a berendezésnek a felbontóképessége nem vetekedhet egy elektronmikroszkóppal, de a vizsgálat célja csupán a felületen szabad szemmel is látható kopások felnagyítása volt

A felületi érdességmérés elvégzéséhez az egyetemen található Mahr Prethometer típusú metszettepintós mérőkészüléket használtam. A mérés során az alkatrész négy darab kopott felületén forgástengelyhez viszonyítva párhuzamos és merőleges irányban is tíz-tíz profilmérést végeztem.

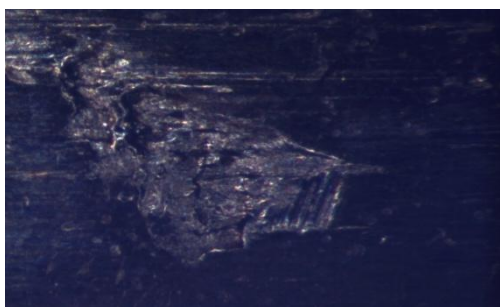


1. ábra. A vizsgált alkatrész

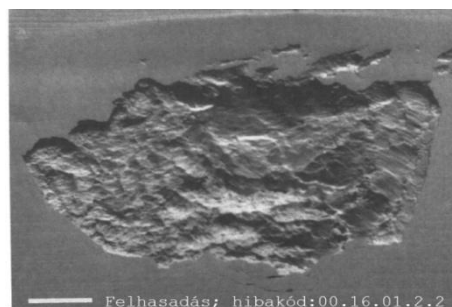
A mérési sorozatot etalonmérés előzte meg, az alapbeállításokat a felületi érdesség mérésre vonatkozó ISO 4288:1996 [1] szabvány szerint végeztem el.

A kapott eredmények és azok elemzése

A sztereo mikroszkópos felvételek alapján a kopásnak egy olyan domináns formáját kerestem, amely az alkatrész minden felületén jelentkezik. Mint az a (2/a)- ábrán is látszik többféle kopás jelenik meg az alkatrészen. A kopások közül a (2/b)- ábrán látható típus jelent meg az összes felvételen.



a;



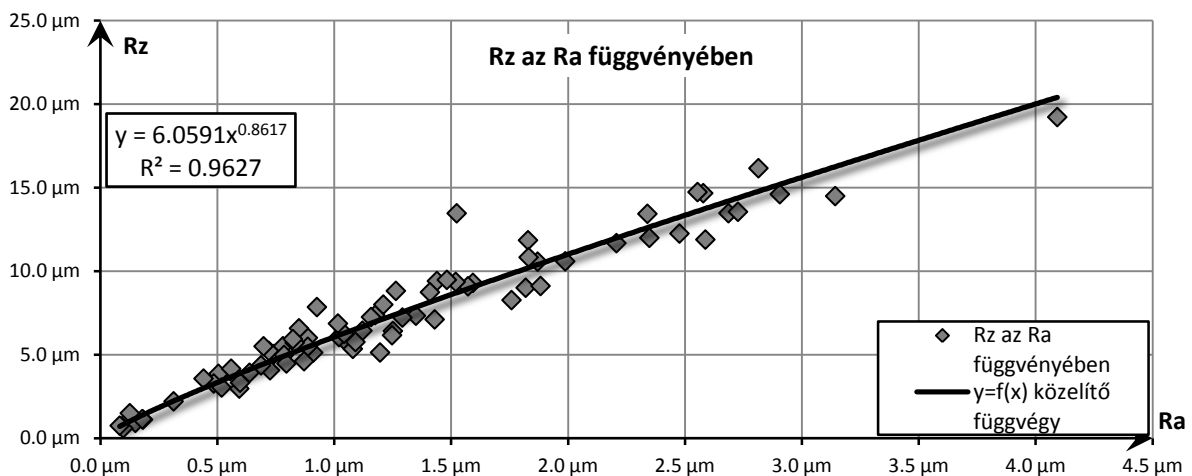
b; [2]

2. ábra. Az alkatrész mikroszkópos felvétele (a;) és a szakirodalmi [2] megfelelője (b;)

A [2] szakirodalom ezt a „Spalling” vagyis felhasadásos kopások osztályába sorolja, amely kopástípus a Hertz érintkezésű alkatrészek jellegzetes kopástípusa. Ez a károsodás felületeken szemmel látható, makroszkopikus kráter formában jelenik meg, fáradás eredménye, amely a hertz feszültségek zónájában kitöredezéssel terjed. Továbbá megfigyelhető hogy a felhasadások környezetében apróbb abrázációs kopásnyomok is jelentkeznek. „Abrázios kopás folyamán keményebb felület kiálló csúcsai elmozdulás közben mélyedéseket, karcolásokat csinálnak a lágyabb felületben, illetve forgácsolják azt.”[3] Ezt a kopást feltehetően a kiszakadásokból származó fémgorgácsok okozták. További abrázios forrás a poros üzemi környezet. Mivel a működési környezet nem nevezhető hétköznapiinak a szerkezet terhelését sem lehet pontosan előre kiszámítani, ezért túlterhelésnek lehetnek kitéve.

Az érdességi paraméterek számítását a mérőgép ISO 4287:1997-nek [4] megfelelően rögzítette. A felületi érdesség mérés eredményeinek kiértékelése kopott alkatrészek esetében komplikált feladat, mivel kiforrott szakirodalom (pl.: szabvány) erről a területről egyenlőre nem áll rendelkezésre. További nehézségeket okoz a paraméterek értékelésében, hogy a matematikai szűrők változtatásával teljesen eltérő mérőszámokat kapunk eredményül.

Az eredmények feldolgozása során minden profilra harmadfokú polinomiális szűrőt alkalmaztunk a geometriai alak és alakhiba kiszűrése érdekében. A kopásból adódóan felületeken mért paraméterek számértékei jelentős szórással rendelkeznek. Ezek önmagukban nem képesek jellemezni a felület tulajdonságait, viszont a jelentős szórás ellenére is található kapcsolat a két jellemző között, melyet a (3. ábra) szemléltet. A számértékek ugyan nagyon eltérőek (1. táblázat), de a diagramon mégis megfigyelhető mennyire erős korreláció van a két paraméter között



3. ábra: Az egyenetlenség magasság (Rz) az átlagos érdesség (Ra) függvényében

	Ra	Rp	Rt	Rv	R Sk	R dq	R Ku
Átlag	1,2488 μm	2,6766 μm	12,7419 μm	4,5179 μm	-1,146	0,114	8,359
Szórás	0,82318	1,86434	7,11267	2,47460	1,15529	0,05054	5,47501

1. táblázat: A kopott felületek néhány érdességi paramétere

Következtetések

1. A vizsgált darabon megállapítható a „Spalling” jelensége, amely a nagy terhelésnek kitett gépelemek Hertz érintkezése során fellépő kifáradásos kopás. A nagy terhelésből és az ismétlődő Hertz érintkezésből adódóan a kapcsolódó alkatrészeknek szívósnak kell lennie, valamint az üzemelés poros környezetéből a rendszerbe kerülő abrazív részecskék roncsoló hatásának kivédéséhez nagy keménységet kell biztosítani az alkatrész felületén. Ezt a két tulajdonságot csak egymás „rovására” tudjuk változtatni. Anyagszerkezeti szempontból ezeknek az üzemfeltételeknek megfelelni nagy kihívást jelent.
2. A kopott felületek jellemzésére önmagában egyetlen mikro-geometriai paraméter nem alkalmas. A mérési eredményeimből látható, hogy az egyes jellemzők számértékei mekkora szórással rendelkeznek, viszont a jelentős szórás ellenére is van korreláció a jellemzők között.
3. A kopás jellegzetességeit leginkább vizuális formában lehet megjeleníteni mikroszkópos vagy egyszerű fényképfelvételek formájában. Az általunk mért kopott felületek mikro-geometriai mérőszámmal való jellemzéséhez a diagramokon szereplő korrelációs egyenletek lehetnek alkalmasak.
4. A kopott felületek mérési és kiértékelési folyamatok különös tekintettel és körültekintéssel kell lenni a matematikai szűrőkre. A szűrők változtatása teljesen megváltoztathatja a paraméterek számértékét.

Irodalom

- [1] ISO 4288 *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture:Profile method – Rules and procedures for the assessment of surface texture*, 1996
- [2] T.E. Tallian: *Failure Atlas For HERTZ Contact Machine Elements*, New York, 1992, p.:155-158
- [3] Vámos E: *Tribológiai kézikönyv*, Műszaki Könyvek Bp., 1983, p.:30
- [4] ISO 4287 *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture:Profile method –Terms, definitions and surface texture parameters*, 1997

Dr. Czifra Árpád, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar;

Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: czifra.arpad@bgk.uni-obuda.hu

Sándor Szabolcs, hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar;

Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

E-mail: sandor_szabi@hotmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BIOLÓGAILAG LEBOMLÓ POLIMERBEVONATOK TAPADÁSÁNAK VIZSGÁLATA

SÉLLEY TORDA László, TERDIK Andrew Attila, BOGNÁR Eszter

Abstract

In our paper we present an own-developed method for testing the adhesion properties of several coatings we created. 304 stainless steel sheets were used as carriers. First the steel surface was treated by chemical etching and electropolishing. Different electropolishing parameters were used for various surface roughnesses. The layers were made from acetone-dissolved poly (lactide-co-glycolide) copolymer, applied by micro-spraying. Our layers' adhesion was tested as a function of surface roughness of the substrate, the polymer solution concentration and the coating layer composition. Adhesion was measured by the maximum force needed to effect separation. In our experiments, coatings were made from 1, 2 and 3 wt% solutions, in one and two layers. From these the 3 wt% solution, two-layer coating has reached the maximum force ($0,28 \text{ N/mm}^2$) on a 210-seconds-electropolished, $R_a=0,091 \mu\text{m}$ average roughness carrier.

Keywords:

surface-treatment, coating, biodegradable polymer, adhesion

Összefoglalás

Cikkünkben bemutatjuk az általunk létrehozott bevonatok tapadási tulajdonságainak saját fejlesztésű vizsgálati módját. Hordozóként 304-es korrózióálló acél lapkát használtunk. Első lépésként kémiai maratással majd elektropolírozással módosítottuk a felületi érdességet. Különböző elektropolírozási paramétereket alkalmaztunk a felületi érdesség változtatása érdekében. A bevonatot poli(laktid-glikolid) kopolimer acetonban oldott formájából mikroszórásos technikával hoztuk létre. Az általunk létrehozott réteg tapadását vizsgáltuk a hordozó felületi érdessége, a polimeroldat koncentrációja és a bevonat rétegmennyiségének függvényében. A tapadás mértékét a réteg leválasztásához szükséges legnagyobb erővel jellemeztük. A kísérleteinkben alkalmazott 1, 2 és 3 % (m/m)-os oldatokból egy- és kétrétegű bevonatok közül a 3 % (m/m) koncentrációjú oldatból létrehozott kétrétegű bevonat érte el a maximális tapadást ($0,28 \text{ N/mm}^2$) a 210 másodpercig elektropolírozott, $R_a=0,091 \mu\text{m}$ átlagos érdességű hordozón.

Kulcsszavak:

felületkezelés, bevonat, biológiailag lebomló polimer, tapadás

1. Bevezetés

Az európai országokban, így Magyarországon is a halálozási statisztikákat a szív- és érrendszeri betegségek vezetik. A szív- és érrendszeri betegségek során kialakult meggyengült vagy éppen elmeszesedett érszakasz kezelésének egyik módja a sztent felhelyezése. A sztent olyan speciális szövetbarát háló, amelyet a beszűkült erek átjárhatóságának javítása céljából ültetnek be a szervezetbe. A sztent alapanyagát tekintve készülhet fémből vagy polimerből. Egyes tulajdonságainak javítása érdekében szerves vagy szerves bevonattal is elláthatják az implantátumot. A polimer bevonatok növelik a biokompatibilitást, hatóanyag tárolására képesek. [1,2,3]

A bevonatokat számos módon jellemezhetjük, egyik legfontosabb tulajdonságuk a tapadás, vagyis a hordozó és a bevonat közti kölcsönhatás mértéke.

2. Kísérleti paraméterek

Hordozóként alkalmazott lapka

A bevonat hordozójaként lézersugaras vágással előállított 0,3×10×15mm-es méretű 304-es korrózióálló acél lapkákat használtunk. Első lépésként a lapkákat kémiai marattuk a lézersugaras vágás okozta sorja eltávolítása végett. A maratópác 36%(m/m) sósav, 65%(m/m) salétromsav és víz 3:1:9 arányú elegye. A lapkák maratása az elegyben 60 percig tartott, ultrahangos tisztítóberendezésben. Ezután az elektropolírozás történt a felületi érdesség változtatása érdekében. Elektrolitként 85%(m/m) foszforsav, 98%(m/m) kénsav, víz 3:6:1 elegyét és 20g/l glicerint alkalmaztunk. Előzetes tapasztalatok alapján 0,01A/mm² áramsűrűség mellett, szobahőmérsékleten, 180, 210, illetve 240 másodpercig történt az elektropolírozás [4]

A különböző mértékben elektropolírozott minták felületi érdességének meghatározásához Talysurf CLI 2000 tús letapogató egységet használtunk. A tű sebessége 50µm/sec, a tű geometriája 90°-os kúpszög, 5µm-es lekerekítési sugárral, 0,25mm-es Gauss-szűrő alkalmazásával. 4-4,75mm-es területet mértünk három – három mintán (1. táblázat).

1. táblázat. A korrózióálló acéllapák átlagos felületi érdességének változása az elektropolírozás időtartamának változásával

Elektropolírozás időtartama (másodperc)	180	210	240
Ra (µm) átlag	0,106 ± 0,033	0,091 ± 0,007	0,089 ± 0,031

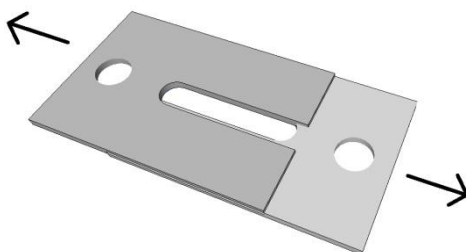
A bevonat

A bevonatot a PURAC cég által biztosított PURASORB PDLG 5010 nevű DL-tejsav/glikolid 50/50 molarányú kopolimeréből készítettük. A polimerből különböző koncentrációjú oldatokat – 1, 2 és 3 %(m/m) - készítettünk és ezeket az EFD 781S porlasztószelepből és ValveMate 7040 vezérlőből álló porlasztóberendezés segítségével vittük fel a hordozóra egy illetve két rétegben. A porlasztás során a porlasztóberendezés nyomása 1 bar, a beömlő oldat mennyisége 1csepp/másodperc a porlasztófej és a hordozó távolsága 5 cm, a porlasztás időtartama 1 másodperc volt.

3. A tapadás vizsgálata

A kísérlet során a frissen szórt mintára ellentétes helyzetben helyeztünk egy ugyanolyan paraméterű acéllapkát, az érintkező felület 90mm² (1. ábra). Az így pozícionált acéllapkákat egy napig hagytuk száradni állandó levegőáramban. Az összetapadt mintákat befogóba helyezés után ellentétes irányba

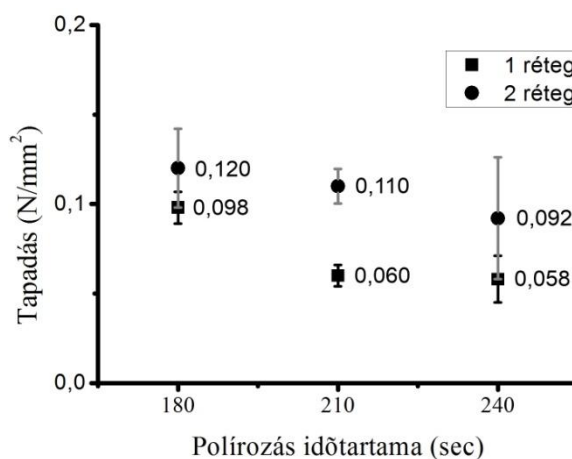
húztuk. A mérés során az erőt (N) mértük az elmozdulás (mm) függvényében. Az elmozdulást minden esetben 4mm/perc értékre állítottuk. Az így kapott maximális erőből következtettünk a bevonat és a hordozó kapcsolatára. A munkánk során Instron 5965 típusú szakítógéppel dolgoztunk.



1. ábra. A tapadásvizsgálathoz előkészített minta sematikus ábrája. Az azonos paraméterekkel felületkezelt acéllapkákat ellentétes irányban helyezük a bevonatolást követően. A vizsgálat során a nyilakkal jelölt irányba húzzuk szét a bevonat által kölcsönhatásban álló lapkákat.

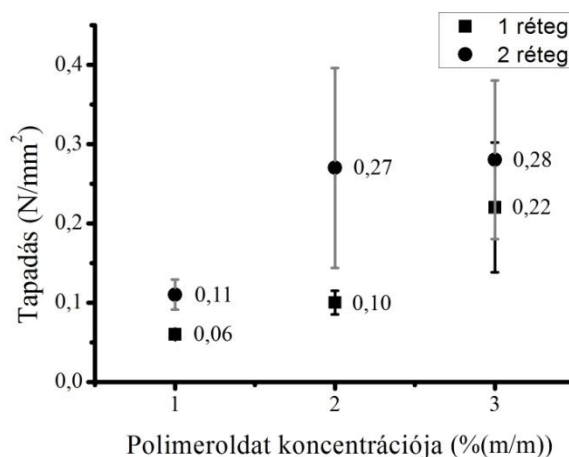
4. Eredmények

Az 1%(m/m)-os oldatból készített rétegek tapadásának vizsgálata esetén, a tapadás csökken az elektropolírozás idejének növekedésével, vagyis a felületi érdesség csökkenésével. Ez a tendencia a kétrétegű bevonat esetében is megfigyelhető (1. diagram).



1. diagram. A különböző paraméterekkel elektropolírozott hordozó és az 1%(m/m)-os koncentrációjú oldatból létrehozott egy- és kétrétegű bevonat közötti kapcsolat. Az elektropolírozás idejének növelésével csökken a felületi érdesség, csökken a hordozó felülete és a bevonat közötti kölcsönhatás.

A polimeroldat koncentrációjának, illetve a rétegek számának növelésével, vagyis a bevonatot alkotó polimer mennyiségének növelésével a tapadás is nő. Egy bizonyos mennyiséget elérve (3%(m/m), 2 réteg) elérünk egy bizonyos maximális tapadást, amely jellemzi bevonat és a hordozó kapcsolatát (2. diagram).



2. diagram. A hordozó és a különböző oldatokból előállított bevonat kapcsolata. A bevonatot alkotó polimer mennyiségének növekedésével a tapadás nő.

5. Összefoglalás

Kifejlesztettünk egy eljárást, amely során a saját gyártású bevonattal rendelkező sztentjeink polimerrel ellátott bevonatainak tapadását össze tudjuk hasonlítani a saját laboratóriumunkban. A kísérletek során kiderült, hogy 3%(m/m) koncentrációjú oldatból készült kétrétegű bevonat tapadása eléri a maximumot, így ennél töményebb oldatból vagy több rétegű bevonat létrehozása a tapadás szempontjából nem indokolt.

Irodalom

- [1] Dr. Rodler I. és mások: *Táplálkozási ajánlások a magyarországi felnőtt lakosság részére*, Országos Egészségfejlesztési Intézet, Budapest, 2004
- [2] G. Mani, M. D. Feldman, D. Patel, C. M. Agrawal: *Coronary stents: A materials perspective*, *Biomaterials* 28, 2007, 1689-1710 oldal.
- [3] P. Basnett, I. Roy: *Microbial production os biodegradable polymers and their role in cardiac stent development*, *Formatex*, 2010, 1405-1415 oldal.
- [4] J. Dobránszky, L. Major, J. Ginsztler, L. Dévényi: *Koszorúér-tágítóbetétek anyagai és gyártástechnológiája*, *Műszaki szemle*, 2009, 93-96 oldal.

Sélley Torda László, MSc hallgató

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos u. 7

Telefon: 00-36-70-593-92-16

E-mail: torda90@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A ROBBANTÁSOS FÉMALKÍTÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

SIKARI-NÁGL István, VÖLGYI Bálint, KOVÁCS-COSKUN Tünde

Abstract

The technologies of explosive metalworking are less world-wide known alternatives to traditional forming techniques. In some cases they can be a fast and more cost effective way to produce parts. This article demonstrates the basics of some different explosive metalworking methods.

Key words:

explosive metalworking, cladding, sheet forming, powder compacting, tube forming

Összefoglalás

A robbantásos fémalkítás technológiái évtizedek óta használt, de csak kevesek által ismert eljárások. Ezeknek a segítségével a különböző anyagok egyes esetekben gyorsabban és költséghatékonyabban munkálthatók meg, mint hagyományos módszerekkel. A cikk a különböző eljárások alapjait mutatja be.

Kulcsszavak:

robbantásos fémalkítás, plattírozás, lemezalakítás, portömörítés, csőalakítás

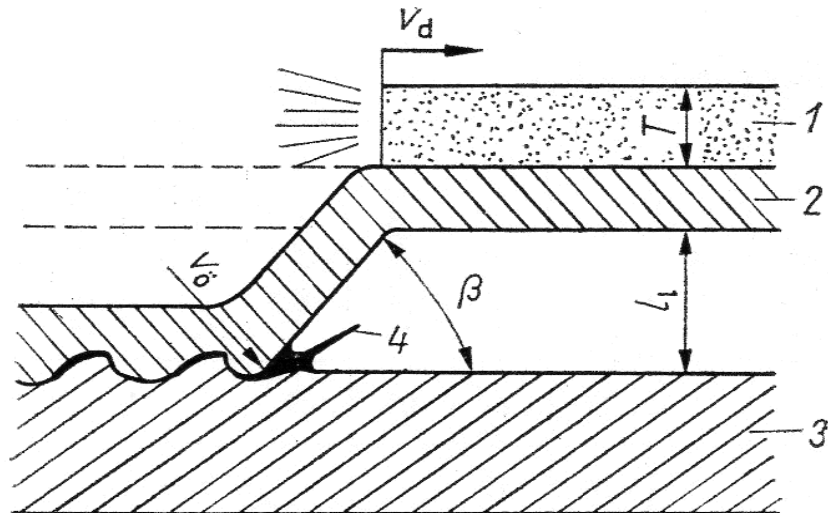
1. Bevezetés

A fémek robbantásos alakítása az ún. nagy sebességű anyagalkítások csoportjába tartozik. Ezekkel az eljárásokkal igen kedvezően alakíthatók különböző lemezek és csövek, ill. egyéb technológiai eljárásokra is használhatók. Bár a robbantásos fémalkítás története már 1878-ban elkezdődött, az érdeklődés középpontjába az 1940-es években került, mikor az Amerikai Egyesült Államokban és a Szovjetunióban is alternatívákat igyekeztek találni az addig alkalmazott lemezalakítási technológiákra. Bár az alább felsorolt technológiák kevésbé ismertek, gyakran ezekkel a módszerekkel lehetséges bonyolult alakú vagy más módszerekkel nem, ill. csak költségesen gyártható alkatrészek előállítását.

2. Robbantásos plattírozás

A robbantásos plattírozást különböző anyagú és minőségű fémlamezek felületi kötésének létrehozására alkalmazzuk. Az e technológiával kialakított kötések vákuumzáróak és az utólagos alakítási műveletek (hengerlés, kivágás) igénybevételeit elviselik. A plattírozott lemezek egyesítik az alkotó fémek jellegzetességeit, ez által lehetőséget adva a gazdaságos és célirányos alkatrésztervezésre. A hagyományosan hengerléssel végzett plattírozási eljárás alkalmazhatóságát

korlátolja az a tény, hogy a kötendő fémek fizikai, mechanikai tulajdonságai nem lehetnek nagymértékben eltérőek, továbbá a lemezvastagságok aránya kötött. A robbantásos plattírozás ezen korlátokat nagyrészt feloldja: egyrészt igen eltérő képlékenységgű, olvadáspontú és hőtágulási együtthatójú fémek egyesíthetők, valamint a lemezvastagságok aránya is tág határok között változtatható. Az eljárás elvét az 1. ábra szemlélteti. [1]



1. ábra. 1: robbanóanyag, 2: burkolólemez, 3: alaplemez, 4: megolvadt fémsugár, v_d : a robbanóanyag detonációsebessége, v_0 : a burkolólemez és az alaplemez összecsapódásának sebessége, l_1 : a lemezek közti távolság a detonáció előtt, T : a robbanótöltet vastagsága [1]

3. Robbantásos lemezalakítás

Az 1900-as évek közepén a vegyipar fejlődésének hatására egyre nagyobb méretű tartályok alkalmazása vált szükségessé. A tartályfenekek kialakítása rendszerint több cikkből, hegesztéssel történt, amely nem volt célszerű megoldás. Az 1950-es években megjelenő nagy szilárdságú, ill. különleges ötvözetű fémek alakítására a kor présgépei nem voltak alkalmasak vagy pedig az alakítás a fémek minőségét, szerkezeti tulajdonságait rontották volna. A megoldást a tartályfenekek robbantással történő kialakítása jelentette. Később az ipar más területein, különböző alkatrészek robbantással történő alakítása is elterjedté vált.

Ilyen módszerrel az anyagot nagy pontosságú képlékeny alakváltozásra lehet kényszeríteni. Az alakításhoz szükség van a forma negatívjára. Ez készülhet betonból vagy műgyantából, esetlegesen egyedi alkatrészek gyártásakor jégből.[2] Az alakítás történhet egy vízzel teli medencében vagy a nélkül, a robbanás energiájának koncentráálására különböző módszerek használatosak. A szakirodalom szerint a költségek csak az ötvened részét teszik ki egy felszerszámozott, egy konkrét munkadarab gyártására beállított présgép árának.[3]

4. Robbantásos portömörítés

A robbantásos portömörítés elve: a tömörítendő port, porkeveréket, ami lehet fém- ill. kerámiapor, egy mindkét végén lezárt fémcsőbe helyezik. Ezt kívülről robbanóanyaggal burkolják. A detonáció hatására a nagy sebességgel terjedő nyomáshullám összepréseli a csövet és vele együtt a benne lévő port is. Az így létrejött henger vagy kúp kemény, tömör, forgácsolható és sokoldalúan felhasználható.[4]

5. Robbantásos csőalakítás

A robbantásos csőalakítással Magyarországon az S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-Fejlesztő Kft. kezdett foglalkozni. A diósgyőri Kohászati Művek megbízásából készítettek egy, a hőátadás hatásfokát megnövelő hőcserélő csövet. A cső speciális alakú, szabályos távolságonként kidudorodásokkal van ellátva, melyek a közeg áramlását turbulenssé teszik, így növelve a hőátadást.

A dudorok kialakításához egy negatív formára van szükség. A negatív két félből áll, ezeket kell szorosan összeilleszteni, majd behelyezni az alul lezárt csövet. A csőbe robbanózsín kerül, központositva. Ezután a csövet vízzel kell feltölteni a detonációs nyomás jobb eloszlása érdekében. A robbanás hatására a cső a negatívokba préselődik és felveszi a kívánt alakot. Végül a szorítógyűrűk eltávolítása után a cső eltávolítható a negatívból.[2]

6. Következtetések / Összefoglaló

A cikk bemutatta a robbantásos fémalakítás legfontosabb változatait, melyek különösen kis darabszám esetén költséghatékony alternatívája lehet a hagyományos alakító eljárásoknak. A korlátozott terjedelem miatt csak a legalapvetőbb információk kerültek tárgyalásra. A szerzők további tervei között van e technológiák részletesebb bemutatása gyakorlati példákkal, elvégzett és kiértékelt kísérletek segítségével.

Irodalom

- [1] Völgyi Bálint, Sikari-Nágl István: *Robbantással plattírozott acél/alumínium lemezpár keménységvizsgálata*, Műszaki Katonai Közlöny, 2012. 3. szám, 119-150. oldal
- [2] Korom Dániel Péter: *Robbantással alakított csövek és vizsgálatuk*, Műszaki Katonai Közlöny, 2012. 3. szám, 102-118. oldal
- [3] Ir. P. J. M. Boes, Delft: *Forming with high explosives, Technocal Centre for Metalworking of the Institute for Metal Research T.N.O., Reprint from „C.I.R.P.-Annalen”* Band X, Heft 2, 123-134. oldal
- [4] Rolf Prümmer: *Verdichten mit Sprengstoff, Hochschmelzende Metallpulver durch Explosivdruck Bearbeiten, Sonderdruck aus Maschinenmarkt* Vogel-Verlag Wülzburg, 80. Jahrgang, Heft 99 vom 10. Dezember 1974.

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.

Sikari-Nágl István, hallgató

Völgyi Bálint, hallgató

Dr. Kovács-Coskun Tünde, docens

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.

Telefon: +36-1-666-5300

Fax: +36-1-666-5432

E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MARADÓ FESZÜLTSEGEK ALAKULÁSA A MUNKADARAB FELÜLETI RÉTEGÉBEN A SZERSZÁM- HOMLOKSZÖG NAGYSÁGÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN

SZABÓ Gergely

Abstract

By the investigation of the surface integrity of hard turned workpieces we have to consider the characteristic and the value of the residual stresses in the workpieces' surface layer. In this paper the effect of the tool rake angle is investigated, with the application of numerical simulation, on the formation of the compressive residual stresses in the machined surface layer, analysing a relatively wide interval of the tool rake angle value.

Keywords:

hard turning, tool rake angle, finite element method, residual stresses

Összefoglalás

A keménysztergálással megmunkált munkadarabok felületi integritásának vizsgálatakor mindenképp figyelembe kell venni a munkadarab felületi rétegében a maradó feszültségek jellegét és nagyságát. Ebben a cikkben a szerszám homlokszögének hatását vizsgáljuk –numerikus szimuláció segítségével- a kialakuló nyomó maradó feszültségekre a megmunkált felületi rétegben, a homlokszög értékének viszonylag széles intervallumát vizsgálva.

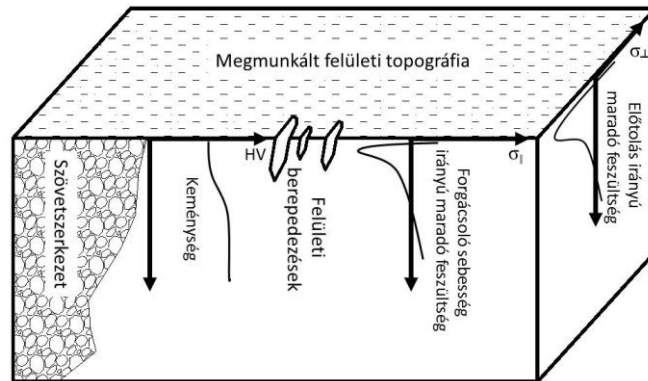
Kulcsszavak:

keménysztergálás, szerszám homlokszög, végeelem módszer, maradó feszültségek

1. Bevezetés

Az edzett alkatrészek működő felületeinek (>45 HRC) nagy pontosságú megmunkálásakor nem csak a munkadarab geometriai pontosságát kell vizsgálnunk, hanem a kialakított felületi réteg integritását is. A felületi réteg integritása alatt a gépészetben első sorban a felületi jellemzőket (mikrokeménység, mikro- és makrogeometriai jellemzők, szövetszerkezet, maradó feszültségek) értjük [1, 2, 3]. A munkadarab felületi integritásának egyik lényeges alkotóeleme az ún. maradó feszültségi állapot. A szakirodalomban található publikációk amellet foglalnak állást, hogy a forgácsolószerszám élgeometriája és ezen belül a szerszám- homlokszög nagysága jelentősen befolyásolhatja a maradó feszültségek jellegét és értékét is [1, 4, 7]. A nyomó maradó feszültségek kialakulása kívánatos a mechanikai igénybevételnek kitett alkatrészek felületi rétegében, mivel azok a felület keménységének és szilárdságának növekedését okozzák [1, 8, 9]. Alapvetően három csoportba soroljuk a maradó feszültségeket, ezek rendre: I. rendű- (makroszkópos), II. rendű- (mikroszkópos), III. rendű (szubmikroszkópos) maradó feszültség [1, 2, 3]. Az általunk vizsgált maradó feszültségek makroszkóposak. A feszültséget ortogonál forgácsolás esetén az előtolás irányában határoztuk meg

(σ_{\perp}). A felületi integritás egyes elemeinek, így a maradó feszültségek elhelyezkedését szemléletesen mutatja be E. Brinksmeier elméleti modellje forgácsolással megmunkált felületek esetére (1. ábra).



1. ábra. A felületi réteg integritásának elemei forgácsolással megmunkált alkatrészeken [2]

A releváns szakirodalomban több szerző [4, 9, 10, 11] vizsgálta a szerszám- homlokszög hatását a kialakuló maradó feszültségekre. Többségük arra a következtetésre jutott, hogy bizonyos határok között a homlokszög csökkentése jelentős nyomó maradó feszültség növekedést idéz elő a megmunkált felületi rétegben. A numerikus szimulációval elvégzett kísérlet célja meghatározni az optimális szerszám- homlokszöget a vizsgált szögtartományban, amely alkalmazása mellett maximális nyomó maradó feszültségi állapot alakul ki a munkadarab felületi rétegében.

2. Az elvégzett kísérlet körülményei

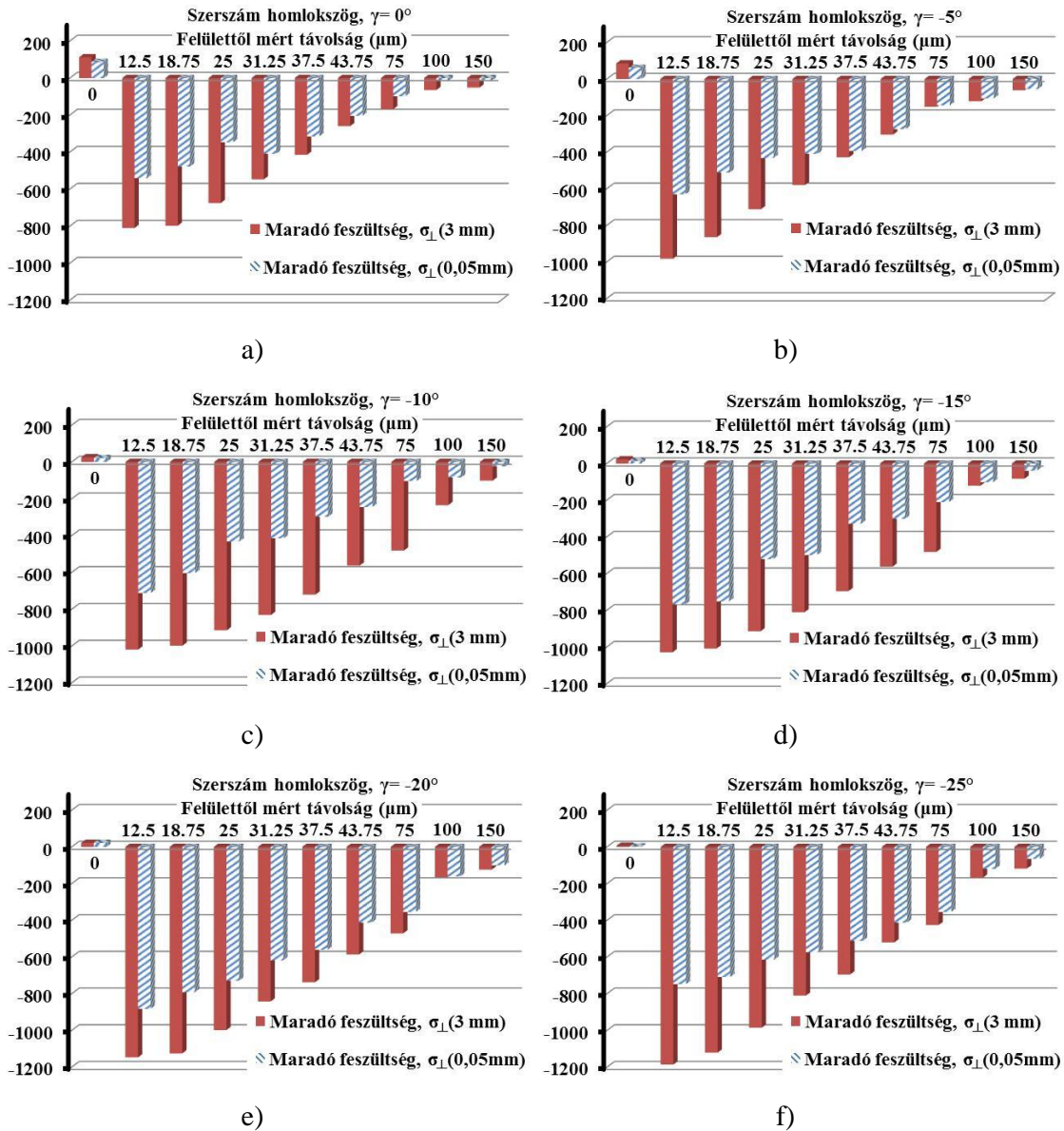
A kísérletet a Third Wave Advant EdgeTM végeselemes (FEM) szoftver segítségével végeztük el. Lényeges a kísérlet előkészítésekor a megfelelő anyagmodell kiválasztása. A kísérlet során a szakirodalom [11, 12, 13] által ajánlott Johnson-Cook- féle anyagegyenletet használtuk fel. Az egyenlet alkalmazása praktikus, mert a mechanikai anyagjellemzők (pl. szakítószilárdság) mellett a feszültségértékeket a képlékeny alakváltozással és a hőmérséklettel hozza összefüggésbe. Az egyenlet és a vizsgált anyagra jellemző konstansok a jelölt szakirodalomban [14, 15, 16, 17] megtalálhatók. Az alkalmazott kísérleti adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A FEM- szimuláció során alkalmazott kísérleti körülmények

Munkadarab jellemzők		Forgácsolási adatok	
Hosszúság	5 mm	Fogásmélység (a_p)	0.2 mm
Szélesség	3 mm	Vizsgált hossz (L)	3 mm
Anyagminőség	16MnCr5 (62HRC)	Előtolás (f)	0.2 mm/ford
Szerszámjellemzők		Vágósebesség (v_c)	180 m/min
Homlokszög (γ)	0°...-25°	Coulomb tény. (μ)	0.35
Élhossz 1 (l_1)	1.2 mm	Hűtés-kenés	Nincs
Hátszög (α)	6°	FEM-szimuláció adatai	
Élhossz 2 (l_2)	2 mm	Max. elemszám	24000
Élrádiusz (r_β)	0.01 mm	Max. elem méret	0.1 mm
Anyagminőség	PCBN	Min. elem méret	0.01mm

5. A kísérlet szimulációs eredményei

A FEM- szimuláció által szolgáltatott maradó feszültség értékek a 2. ábrán láthatók a felületi réteg diszkrét felvett mélységi pontjaiban. A maradó feszültségek értékeit közvetlenül a forgácsolólé alatt (0.05mm) és a már visszahűlt rétegben (3mm) is megvizsgáltuk. Látható a két vizsgálati pontban mérhető különbség. Ez azt a teóriát támasztja alá, hogy a maradó feszültségek kialakulása nem csak a mechanikai igénybevételtől, hanem a hőmérséklettől is függ [4, 5, 6].



2. ábra. A kialakult előtolás irányú maradó feszültség értékek a megmunkált felületi rétegben [16, 17]

7. Következtetések

A dolgozatban numerikus szimuláció segítségével vizsgáltuk, hogy ortogonál forgácsolás esetén miképpen változik az előtolás irányú maradó feszültségek jellege és értéke a szerszám- homlokszög nagyságának függvényében. Megállapítást nyert, hogy a vizsgált szögtartományban ($\gamma=0\dots-25^\circ$) a felületi rétegben a közvetlen felszín kivételével kizárólag nyomó maradó feszültségek keletkeznek és

ezek a vizsgált tartományban növekednek a homlokszög csökkentésével. Tehát a vizsgált körülmények között mindenképp előnyös a $\gamma = -25^\circ$ élkialakítású szerszámél alkalmazását előírni a megmunkálás tervezésekor.

A tanulmány/kutató munka a **TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0008** jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Ez a cikk a magyar Országos Tudományos Kutatási Alapítvány (**OTKA K 84177**) a támogatásával készült. A támogatásért a szerző ezúton is köszönetet mond.

Irodalom

- [1] Davim J. P. et al.: *Surface Integrity in Machining*. Springer Verlag, London, 2010. ISBN: 978-1-84882-873-2
- [2] Brinksmeier E.: *Prozeß- und Werkstückqualität in der Feinbearbeitung*, Habilitation Universität Hannover. VDI Verlag, Düsseldorf, 1991. ISBN 3-18-143402-7
- [3] Koch K. F.: *Technologie des Hochpräzisions- Hartdrehens*. Dissertation RWTH Aachen, Band 5/96, Shaker Verlag, Aachen, 1996. ISBN 3-8265-1392-4
- [4] Jochmann S.: *Untersuchungen zur Prozess- und Werkzeugauslegung beim Hochpräzisionshartdrehen*. Dissertation RWTH Aachen, Band 19/2001, Shaker Verlag, Aachen, 2001. ISBN 3-8265-9244-1
- [5] Brinksmeier F., Cammet J. T., König W., Lekovar P., Peters J., Tönshoff H. K.: *Residual stresses- measurement and causes in machining processes*. CIRP Annals Vol. 31/2, 1982, pp. 491-510.
- [6] Dahlmann P., Gunnberg F., Jacobson M.: *The influence of rake angle, cutting feed and cutting depth on residual stresses in hard turning*, Journal of Materials Processing Technology Vol. 147, 2004, pp. 181-184.
- [7] Shaw M. C.: *Metal Cutting Principles*. Oxford University Press, New York, 2005. ISBN 978-0-19-514206-8
- [8] Tönshoff H. K., Arendt C., Ben Amor R.: *Cutting of Hardened Steel*. CIRP Annals Vol 49., No. 2, 2000
- [9] Kundrak J.: *The Scientific Principles of Increasing the Effectiveness of Inner Surfaces' Cutting with CBN Tools*, Academic Doctoral Dissertation. Kharkov, 1996 p. 368 (In Russian)
- [10] Kundrak J., Mamalis A. G., Gyani K., Bana V.: *Surface Layer Microhardness Changes with High-Speed Turning of Hardened Steels*.
- [11] Al-Zkeri I.: *Finite Element Modeling of Hard Turning*. VDM Verlag Dr. Müller, 2009. ISBN 978-36-391-1034-0
- [12] Wright T. W.: *The Physics and Mathematics of Adiabatic Shear Bands*. Cambridge University Press, Cambridge, 2002. ISBN 978-0-521-63195-2.
- [13] Cook R., D.: *Finite Element Modeling for Stress Analysis*. John Wiley & Sons INC. New York, 1995. ISBN 0-471-10774-3
- [14] Third Wave AdvantEdge™ User's Manual, Version 5.9
- [15] ČSN 41 4220/ISO 683/11-70
- [16] Szabó G., Kundrák J.: *Investigation on coherences between residual stresses and tool geometry by hard turning*. Hungarian Journal of Industrial Chemistry. Vol. 39/2, 2011, pp. 289-294.
- [17] Szabó G.: *A maradó feszültségek végeselemes vizsgálata keménysztergált felületekben*. Multidiszciplináris tudományok (A Miskolci Egyetem közleménye). Vol. 2/1/2012, pp. 147-156. HU ISSN 2062-9737

Szabó Gergely, doktorandus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki- és Informatikai Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46/565-111/15-18

E-mail: gergely.szabo@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A FÁSSZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK TERMÉSZETES KARBON-KÖRFORGALMÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

SZALAY Dóra, MAROSVÖLGYI Béla

Abstract

Due to the gradually increasing energy usage there is a larger amount of raw-material need, which entails more and more burden on society. All countries are devoted to increase their energetic independence by taking advantage of their own domestic resources. Therefore, countries encourage the substitution of fossil energy with renewable ones, which results less environmental and polluting effects. Approximately 69% of the Hungarian territory is agricultural area, nevertheless, 236 thousand hectares have not been cultivated or completely desolated. These territories are not suitable for food-crop cultivation because the areas are mostly waterlogged or have much lower nutrition content; however, with appropriate selection of tree species, these areas can be populated with short-rotation energy plants. Dendromass can be considered as carbon-neutral energy resource only in the case if it substitutes a fossil fuel that provides much less favourable CO₂ emission. Having examined the energy balance and discovered the possible correction steps, a new agricultural and also renewable energy strategy can be developed which facilitates climate protection. Though, there are no accurate data available in Hungary about the cultivation and utilization of short-rotation plants' CO₂ emission at the moment. In the Future further examinations are needed. The factors, which influence the carbon balance can be divided into 4 groups: production technology, circumstances and method of cultivation, applied machinery and energetic recovery.

Key words:

Renewable energy, dendromass, short rotation coppice, carbon-balance

Összefoglalás

A fokozódó energiateljesítmény következtében egyre nagyobb alapanyagigény jelentkezik, amely kielégítése növekvő terhet róhat a társadalomra. Az országok szeretnék növelni energetikai függetlenségüket és kihasználva a hazai lehetőségeket a fosszilis energiát helyettesítő, valamely a környezetet kevésbé terhelő megújuló energiaforrást hasznosítani. Magyarország területének 69%-a, azaz, mintegy 6,4 millió hektár mezőgazdasági terület, amelyből az elmúlt években több mint 236 ezer hektárt be sem vetettek vagy teljesen kipusztult. Ezek élelmiszernövények termesztésére nem alkalmasak, mivel belvizes vagy alacsonyabb tápanyagtartalmú területek. Itt lehetőség adódik megfelelő fafaj megválasztásával rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények telepítésére. A letermelt dendromassza csak abban az esetben tekinthető karbonsemleges energiaforrásnak, ha azzal valamely kedvezőtlenebb CO₂ emisszióval rendelkező fosszilis tüzelőanyagot váltunk ki. A CO₂ mérleg ismeretében, javítási lehetőségeinek feltárásával egy olyan növénytermesztési és egyben megújuló energia-termelési stratégia fejleszhető ki, mely elősegíti a klímavédelmet. Azonban pontos adatok a rövid vágásfordulójú fás ültetvények termesztése és hasznosítása során felszabaduló CO₂-mennyiségére Magyarországon nem állnak rendelkezésünkre. Így a jövőben megfelelő kísérletek elvégzésére van szükség. A mérleget befolyásoló tényezőket alapvetően 4 csoportba sorolhatjuk, mint a termesztési technológia, a termesztési körülmények, az alkalmazott gépek és az energetikai hasznosítás.

Kulcsszavak:

Megújuló energia, dendromassza, energetikai ültetvény, karbon-mérleg

1. Bevezetés

Magyarország teljes CO₂ kibocsátása a KSH adatai alapján 58 902 ezer t, amelyből a mezőgazdaság, az erdőgazdaság és a vadászat együtt 8,6%-ot tett ki 2009-ben. Ebből a CO₂ emisszió nagy része a növénytermesztés során keletkezik.

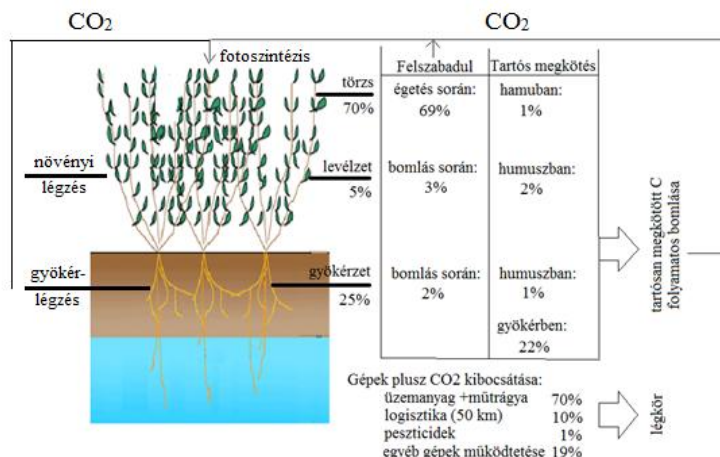
A rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények jelenlegi területfoglalása minimális, az MgSzH (Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal) adatai szerint 2009 júniusáig 2 665 ha fás szárú növény telepítését engedélyezték. Ebből 1 505 ha valósult meg, melynek 69%-a volt nyár, 22%-a fűz és 9%-a akác. A 2010 szeptemberéig az MVH-hoz (Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal) beérkezett és támogató határozatot szerzett kérelmek területe 6 456 ha sarjaztatásos ültetvény volt. A szakirodalmi közlések 5000-tól 100-200 ezer ha fás szárú energetikai faültetvény telepítésével számolnak rövid határidőn belül [1][2].

2. Kutatás célja

A kutatás célja a rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények termesztése és hasznosítása során megkötött és felszabaduló CO₂-mennyiségek meghatározása, valamint azok befolyásoló tényezőinek feltérképezése. Az utóbbiak ismeretében lehetővé válik a CO₂ mérleg szempontjából legoptimálisabb ültetvénytípus, valamint technológia kiválasztása. A folyamat összetettségére való tekintettel érdemes a vizsgálatokat 3 fő részre bontani, mint az ültetvények természetes karbon-ciklusa, a termesztéshez és szállításhoz szükséges gépek CO₂ kibocsátása, valamint az energetikai hasznosítás. Jelen cikk az ültetvények természetes karbon-ciklusát befolyásoló tényezők ismertetését célozza meg.

3. A természetes karbon körfolyamatot befolyásoló főbb tényezők

A dendromassa termesztése zárt karbon-ciklust alkot, amelyben a növényi és gyökérlégzés CO₂ kibocsátása mintegy 56%-ot, a talajból bomlás során felszabaduló szén-dioxid 38%-ot képvisel [3]. Hozzávéve az energetikai hasznosításuk során felszabaduló CO₂-mennyiséget, együttesen annyit bocsátanak ki a légkörbe, mint amennyit a növények a növekedésük alatt a fotoszintézis során megkötnek, lásd 1. ábra. Ebben az esetben nem számolunk az energianövények termesztése és szállítása során alkalmazott gépek által kibocsátott káros anyagokkal. Az energetikai ültetvények termesztésének és hasznosításának teljes karbon mérlege tehát negatív, amely a magasabb hektáronkénti terméshozam elérésével mérsékelhető. Ekkor egységnyi energiamennyiség előállításához kevesebb befektetett gépi munkára van szükség, így a CO₂ kibocsátás is alacsonyabb. A hektáronkénti terméshozam tehát kulcsfontosságú a karbon-mérleg tekintetében, amely függ a termőhely-típustól, a klimatikus viszonyoktól, az alkalmazott fafajtól és klóntól, valamint a termesztési technológiától.



1. ábra: Fás szárú energetikai ültetvény karbon körfolyamata

Magyarországon a rövid vágásfordulójú sarjzattatásos energetikai ültetvények engedélyezett fafajai a nyár, a fűz és az akác. De ígéretes kísérleti fajokként megjelent a Paulownia is, amely vizsgálata jelenleg folyamatban van [4]. Előnyük a hagyományos erdei biomassza termesztéssel szemben, hogy intenzív növekedésüknek köszönhetően magasabb hozam érhető el.

1. táblázat: Az alkalmazott fajok átlagos hozama és karbontartalma [5][6][7][8]

	Salix Spp.	Populus Spp.	Robinia pseudoa.	Erdei fajok
Karbontartalom [%]	26,24	34,07	44,89	49,65
Hozam [t_{asz}/ha/év]	12-17	12-15	5-12	2,5

Az intenzív növekedés a magas levélfelületi indexből következő jelentős nettó asszimilációs rátának köszönhető. A lombhullás következtében évente mintegy 3-5 t/ha avar keletkezik [9]. A biodegradációs folyamat sebességét, a talajban megkötésre kerülő karbon mennyiségét, valamint a bomlás során felszabaduló CO₂-t az avar, a gyökérzet és a termőtalaj összetétele, valamint a klimatikus viszonyok is erősen befolyásolják.

4. Következtetés, célkitűzések

Összességében kijelenthető, hogy a biomassza termesztés és hasznosítás karbon-mérlege negatív, így az energetikai ültetvényekről származó alapanyag abban az esetben nevezhető karbonsemleges energiaforrásnak, ha azzal valamely kedvezőtlenebb CO₂ emisszióval rendelkező fosszilis tüzelőanyagot váltunk ki. A minél kedvezőbb CO₂ mérlegű ültetvénytípus kiválasztásához elengedhetetlen a különböző fajok természetes karbon-körfolyamatának összehasonlítása. Vizsgálatainkhoz olyan terület kiválasztására törekszünk, amelyen egy időben több fajból álló mintaültetvény található meg. Ezzel több befolyásoló tényező kerül kizárásra az összehasonlítás során, mint a termőhely és a klimatikus viszonyok. A tervezett vizsgálatok során elvégezzük a fajok, mint a nyár, a fűz, az akác talajlégzés során kibocsátott CO₂ mennyiségének meghatározását, avertőmeg-

mérését, a különböző fafajok környezetében található talajok karbontartalmának vizsgálatát, összehasonlítva gyep kontrolterülettel.

5. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP – 4.2.2. B – 10/1 – 2010 – 0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Csiha I., Keserű Zs., Kamandiné Végh Á., Rásó J.: *Energetikai faültetvények termesztéstechnológiai fejlesztése Kelet-Magyarországon. (REG_EA_KFI_09)*, Napkor, 2011
- [2] Gockler L.: *Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban* 2. rész – A sarjzattatásos fás szárú energetikai ültetvény technológiájának megfontolandó elemei, Mezőgazdasági technika, 2010
- [3] Láng I., Harnos Zs., Csete L., Kralovánszky U. P., Tőkés O.: *A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1985
- [4] Vityi A., Marosvölgyi B.: *A Paulownia-fafajok alkalmazásának jelenlegi helyzete és jövőbeni lehetőségei*, NYME KKK, Sopron, 2012
- [5] Ivelics R.: *Minirotaációs energetikai faültetvények termesztéstechnológiájának és hasznosításának fejlesztése*. Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 2006
- [6] Hajdú J. (szerk.): *Alternatív energiatermelés a gyakorlatban*, A karbonpiac 2009 konferencia szakmai kiadványa II. rész, Gödöllő, 2009
- [7] Führer E., Rédei K., Tóth B.: *Ültetvényszerű fatermesztés 2*, Agroinform Kiadó, 2008, ISBN 978-963-502-888-7
- [8] Buzás Z.: *Az erdőben évente keletkező famennyiségben megkötött szén, illetve a folyónövedék keletkezéséhez szükséges légköri szén-dioxid mennyiség meghatározásának módszere* http://www.fagosz.hu/fataj/FATAJ_online/2006/08_02200226/Kyoto/Buzas_SZ-xx-erdotag-szamitasa.pdf
- [9] Baum, Ch.: *Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology* , Agriculture and Forestry Research 3, 2009, 183-196 . oldal

Szalay Dóra doktorandusz-hallgató

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet

Cím: 9400, Magyarország, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

E-mail: szalayd@emk.nyme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ EMBERI TÉNYEZŐ SZEREPE A MINŐSÉGFILOZÓFIÁKBAN

SZAMOSI Barna

Abstract

This paper briefly summarizes the characteristics of the three main strands in quality philosophy (Japan and South East Asia, USA and North America, Western Europe). The qualities of some of the philosophical schools differ in how effectively they manage to build in the so-called "soft" components that is, the components of the human factor into their quality control processes. In fact, the products and production processes, and quality control of the services in respect of each quality culture differ in relation to diverse human characteristics, cultural backgrounds, and the workforce's willingness to cooperate in practice. It can be concluded that the way these elements effect quality are increasingly important success factors. In the Hungarian practice, this has not been sufficiently exploited. Here I will discuss the "soft" elements of success and I will reflect on the present situation in Hungary.

Key words:

quality philosophy, quality culture, quality assurance, quality circle, cultural background, human talents, willingness to cooperate, soft factors

Összefoglalás

A tanulmány röviden összefoglalja a három minőségfilozófiai iskola (Japán és Dél-kelet Ázsia, USA és Észak-Amerika, Nyugat-Európa) jellemzőit. Az egyes minőségfilozófiai iskolák különböznek abban, hogy mennyire hatékonyan építenek az úgynevezett „soft” elemekre, vagyis az emberi tényező összetevőire. Ugyanis a termékek és termelési folyamatok, valamint a szolgáltatások minőségirányításának vonatkozásában, különbség mutatkozik az egyes minőségkultúrákban a különböző emberi adottságok, a kulturális háttér, a begyakorlottság és az együttműködési hajlandóságból eredő sikeresség területén. Megállapítható, hogy ezekből az elemekből eredő sikeresség egyre fontosabb minőségi tényezővé válik. A magyarországi gyakorlatban ezt még nem sikerült megfelelően kiaknázni. Írásomban a puha („soft”) tényezők és a sikeresség összefüggéseinek vizsgálatával kapcsolatos a magyarországi helyzetre kívánok reflektálni.

Kulcsszavak:

minőségfilozófia, minőségkultúra, minőségügy, minőség kör, kulturális háttér, emberi adottságok, együttműködési hajlandóság, puha (soft) tényezők

1. Bevezetés

Napjainkban alapvetően három minőségfilozófiai irányzat különböztethető meg. Az egyes irányzatok a világgazdaság legfontosabb gazdasági övezeteire jellemző kultúrák mentén alakultak ki. Ezek: Japán és Délkelet-Ázsia, az USA és Észak-Amerika, valamint Nyugat-Európa. E három minőségfilozófiai iskola a minőség elméleti és gyakorlati megközelítésében egyaránt jól megkülönböztethető jellemzőkkel bír. [1] Az egyes minőségfilozófiai iskolák abban is különböznek, hogy mennyire

hatékonyan építenek az úgynevezett puha (soft) tényezőkre, vagyis az emberi tényező összetevőire. Ma a sikeres vállalkozások versenyképességének legfontosabb feltételét a nagy tudású és adott képességekkel rendelkező munkaerő jelenti. Az egyik ilyen képesség az együttműködési képesség, amely lehetővé teszi a hatékony csapatmunkát, a másik pedig a problémamegoldó képesség. [2]

2. Az egyes minőségfilozófiai irányzatok jellemzői

A **japán minőségfilozófiai iskola** azon alapul, hogy felismerték: a japán és általában az ázsiai emberben erős igény él arra, hogy közösségben végezzen munkát.

Jellemzői:

- minőségkörök, együttműködési hajlandóság;
- szervezettség;
- elkötelezettség;
- innovatív képesség;
- közösségi munkavégzés;
- tömeges alulról építkezés;
- teljes körűség.

A japán modellben megvalósított teljes körű minőség szabályozás (TQC = Total Quality Control) rendszerében az ötlet, a fejlesztés, a gyártás és az értékesítés egységes rendszerben valósul meg. Ez a modell a délkelet-ázsiai térség más országaiban is jellemzővé vált. Az elterjedését nagyban megkönnyítette az, hogy az ázsiai kultúrák felismerik ugyan az egymás közti különbséget, ám mégis az alapvető hasonlóságokra hívják fel a figyelmet.

Az **amerikai minőségfilozófiai iskola** (USA és Észak-Amerika) a klasszikus minőségfilozófiai iskola. Alapvetően az észak-amerikai kultúra alapvető jellegzetességén alapul, amelynek jellemzői a különbözőség, az individualizmus, pont ellentétesek az ázsiai kultúra előbb említett jellegzetességeivel.

Az amerikai iskola fő jellemzői:

- felülről építkezve a felső vezetésre támaszkodva alakítja ki a stratégiáját;
- a topmenedzsment minőség szemlélete erős;
- TQM (Total Quality Management = teljes körű minőségirányítás).

A TQM olyan minőségirányítási koncepció, amely a minőségre fókuszál. Alapelemei a vevőközpontúság, a folyamatos javítás, a munkatársak széleskörű bevonása. A japán minőségfilozófiából adódó gazdasági térhódításra adott amerikai válasz a vállalati innováció teljes körűvé tétele volt.

A **nyugat-európai modell** kialakulására nagy hatással volt az európai integrációs folyamat, továbbá a piacvezető cégek által folytatott alkalmazott kutatások. Ezek miatt a nyugat-európai minőségfilozófia, eltér mind a japán, mind az amerikai iskolától. Jellemzői:

- hibafeltáró és elemző módszerek, statisztikai módszerek, ellenőrző kártyák használata;

- számítógéppel támogatott folyamatirányítás;
- a minőségtervezés és a minőségbiztosítás tudatos elkülönítése;
- teljes körű folyamatszabályozás és rendszerszemlélet;
- az ISO 9000-es szabványokhoz kapcsolódó rendszerek kialakítása és független tanúsítása.

A felsoroltak alapján is jól látszik, hogy a minőségfilozófiák eltérő mértékben építenek a különböző emberi adottságok, a kulturális háttér, a begyakorlottság és az együttműködési hajlandóságból eredő sikerességre (soft tényezők). Talán nem túlzás, ha azt állítom, hogy a soft tényezőkre a legnagyobb mértékben a Japán minőségfilozófia, legkevésbé pedig nyugat-európai minőségfilozófia épít.

3. A magyarországi helyzet

Magyarországon a jövőt építő gazdaságpolitika fenntartható versenyképességre törekszik. A fenntartható versenyképesség feltételei között pedig egyre inkább az ún. „puha tényezők”: az innováció, a tanult, egészséges és megelégedett emberek, a minőségkultúra, a vezetési színvonal és a társadalom értékrendje játszik döntő szerepet. [3] Az ország európaiságából következően, a nyugat-európai modell alapján kialakított minőségirányítási rendszerek terjedtek el. Így tehát a hazai minőségirányítási rendszerekben kevésbé hangsúlyosak az úgynevezett soft tényezők. Magyarországon jellemzően a nyugat-európai modellnek megfelelő minőségirányítási rendszerek kialakítása terjedt el. 2011-re azonban a minőségirányítási rendszer-tanúsítások száma jelentősen visszaesett. Az IAF (International Accreditation Forum) legutolsó adatai alapján, Magyarországon 2005-ben (ekkor volt a legtöbb) 15464 ISO 9001 szabvány alapján tanúsított minőségirányítási rendszer volt, 2011-re ez a szám 6825-re esett vissza. Ez a csökkenő tendencia tapasztalatom szerint napjainkban tovább folytatódik. Ma a korábban magyarországi törvényi előírások miatt kötelező ISO 9001 rendszer-tanúsítást szerző vállalkozások egy része, a megújító auditokat nem vállalja (megszűnt a törvényi előírás), így tovább csökken a tanúsított vállalkozások száma. Mára a minőségügy nagyrészt elvesztette azt a hitelét, amely korábban az erőssége volt. Kis túlzással mondhatjuk, hogy ma Magyarországon a minőségügy a tanúsító szervezetek és a tanácsadók belügye lett. A megtorpanásban, illetve visszaesésben a gazdasági válságon kívül szerepet játszik a tanácsadói, illetve tanúsítói szakma felhígulása, a szakmaiságot felváltó pénzszerzési hajszája, a nagyszámú és nem egy irányba húzó minőségügyi szervezetek versengése, és egyes kormányzati intézkedések hatása. [4] Mindenképpen megújulásra van szükség ahhoz, hogy a minőségügy visszaszerezze hitelét!

A megújulás egyik iránya lehet, ha a magyarországi minőségkultúrákban jobban fókuszálunk a különböző emberi adottságok, a kulturális háttér, a begyakorlottság és az együttműködési hajlandóságból eredő sikeresség mozgatórugóira.

Magyarországon olyan kutatási témával, amely a szervezeti kultúra, így a minőségkultúra soft elemeinek összefüggéseivel foglalkozott volna, nem találkoztam. Ennek alátámasztására rövid kutatást végeztem. Kutatásom során a MATARKA - Magyar folyóiratok tartalomjegyzékeinek kereshető adatbázisában az Alkalmazott tudományok szakterületen (ahová a minőségirányítással kapcsolatos

folyóiratok tartoznak), az 1990-2013-ig terjedő időszakban a következő kulcsszavak alapján végeztem keresést (zárójelben a találatok száma): minőségkultúra (6); minőségkör (36); minőségügy (81); emberi adottságok (0); együttműködési hajlandóság (0); soft tényezők (0). A folyóiratok további vizsgálata során megállapítható, hogy tudományos igényű kutatással, amely a szervezeti kultúra, így a minőségkultúra soft tényezőinek összefüggéseivel foglalkozik, egyik írásban sem találkozhatunk.

4. Összefoglaló

Megállapítható, hogy a magyarországi minőségügy presztízsének visszaszerzéséhez vezető egyik lehetséges út, a minőségirányítási rendszerek puha tényezőinek sikeresebb kiaknázásán keresztül vezet. Erre egyébként voltak és vannak törekvések. Magyarországon korábban is voltak, ma is vannak különféle minőségügyi mozgalmak („dolgozz hibátlanul”, „minőség körök” „kaizen”, stb.), amelynek célja pontosan az emberi tényezők minél jobb kihasználása. Ezek időnként mintegy divathullám felbukkannak, majd elhalnak. A siker mindig az adott szervezet első számú vezetőjének az elkötelezettségén, illetve kitartásán áll vagy bukik, így az mindig esetleges. Azonban a minőségirányítási rendszerek sikerességét nagyban befolyásolná egy olyan modell megalkotása, amely a termelési környezet kockázatainak, megbízhatóságának illetve biztonságtechnikai paramétereinek és a szervezeti kultúra elemeinek összefüggéseit minősíthetővé, illetve számszerűsíthetővé teszi. A témakörben végzett mikro kutatásom alapján úgy tűnik, hogy jelenleg Magyarországon ilyen modellalkotás nem folyik, ezért úgy látom, hogy ezen a területen további kutatások szükségesek.

Irodalom

- [1] Csubák Antoaneta: *Minőségbiztosítás és minőségfejlesztés a külföldi és hazai könyvtárakban*, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, Könyvtár és információtudományi szakfolyóirat, Budapest, 47. évfolyam 2 szám, 2000, 1. oldal
- [2], [3] Dr. Csath Magdolna: *A Magyar versenyképesség és „puha tényezői”*, Valóság, Budapest, 51. évfolyam 11. szám 1-13 oldal.
- [4] Rózsa András: *Tűz van! A minőségügy helyzete Magyarországon 2011-ben*, Magyar Minőség, A Magyar Minőség Társaság havi folyóirata, Budapest, XX. évfolyam 7. szám, 2011, 34-38 oldal.

Szamosi Barna (minőségbiztosítási szakmérnök, tanár)

Munkahely: Óbudai Egyetem (Bánki Donát Gépészmérnöki és Biztonságtechnikai Kar, Anyag és Gyártástechnológiai Intézet)

Cím: 12345678, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.

Telefon / Fax: +12-345-6789123

E-mail: szamosi.barna@bkg.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

GYŰRŰ ALAKÚ PRÓBATEST ZÖMÍTÉSÉNEK VÉGESELEMES VIZSGÁLATA

SZEGEDI Andor, GONDA Viktor

Abstract

This study focused on modeling of upsetting of a ring-shaped specimen with FEM (Finite Element Method) and considering the effects of friction. Modelling and calculation were made by Marc Mentat 2012 FEM program. We built a parametric model, in which we vary the coefficient of friction for the material quality. With these variables strain and stress-strain curve can be calculated, subsequently the Burgdorf-nomogram can be constructed.

Key words: upsetting, friction, finite element method

Összefoglalás

A dolgozat témája a zömítés végeselemes vizsgálata gyűrű alakú próbatestekkel, valamint a súrlódás hatásának vizsgálata. A modelleket és a számításokat Marc Mentat 2012 nevű végeselemes modellező programmal végeztem. Parametrikus modellt építettem, melyben egy adott intervallumban változtatom a szerszám és a próbatest közti súrlódási tényezőt. Ezek függvényében kiszámoltam a feszültségeket és az alakváltozásokat, amikből a Burgdorf-nomogramot megszerkesztettem.

Kulcsszavak: zömítés, súrlódás, végeselemes módszer

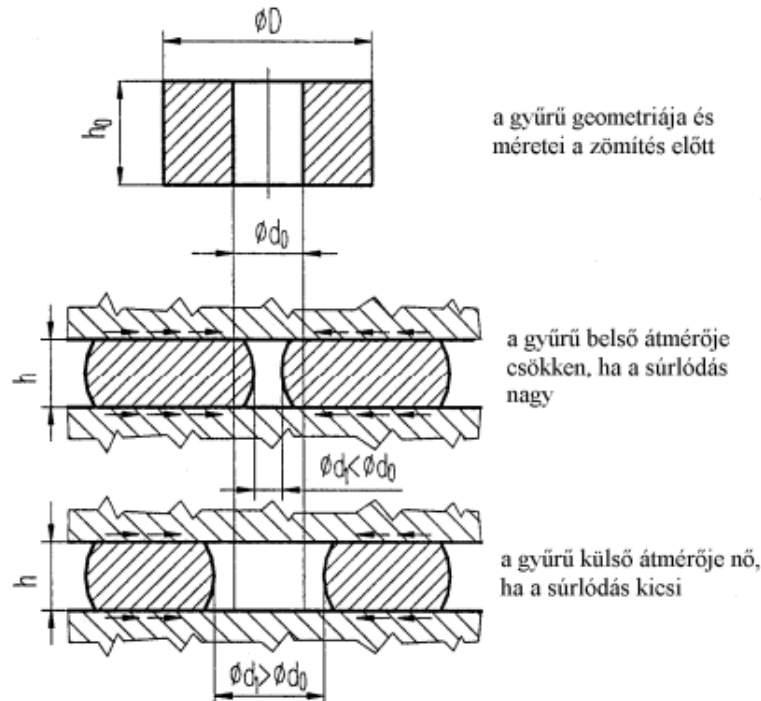
1. Bevezetés

A zömítő vizsgálat során az adott próbatestre nyomó igénybevételt működtetünk. Az erőt és az elmozdulást regisztráljuk a mérés során. A zömítés közben a próbatest magassága csökken, ezzel ellentétben az ármérője növekszik, míg térfogata változatlan marad és az anyaga elkezd keményedni. A vizsgálat során a súrlódás a nyomólapok és a próbatest között jön létre, ezért akadályozott a próbatest anyagának áramlása a nyomólap felületén. Ideális esetben, ha elhanyagoljuk a súrlódást, akkor megfigyelhető lenne, hogy a próbatest teljes magasságában, azonos mértékben alakváltozik. Ebben az esetben a próbatest keresztmetszete a magasság függvényében azonos, azaz nem jelentkezik hordósodás jelensége. Egy valós kísérletben, a hordósodás mértékéből következtethetünk a súrlódás mértékére is, ezt használjuk ki a gyűrűzömítés esetén.

2. A súrlódási tényező meghatározása

Gyűrűzömítés közben is fellép a hordósodás jelensége, ezért ebben az esetben külön számolni kell a belső illetve a külső átmérő változásával is (1. ábra). Ha a térfogatállandóság tételét felhasználjuk, úgy

hogy a zömítési magassághoz tartozó optimális (nem jelentkezik hordósodás) geometriai adatok és a helyben maradó (szerszám) rétegek között alkalmazzuk a tételt. A kapott eredményekből kiszámolhatjuk a Coulomb súrlódási tényezőt.



1. ábra: A gyűrűzömítés geometriai paramétereinek adatjelölései [1]

A Coulomb-féle súrlódási tényező (μ) számítható úgy, hogy a zömített munkadarab magasságának a felénél a semleges vonal bal illetve jobb oldalára felírtjuk az axiális feszültségeket, amik megegyeznek az r és az r_0 helyen. ($\sigma_{z1}(r_0) = \sigma_{z2}(r_0)$) [1]:

$$\sigma_{z1} = k_f * e^{\left(\frac{2\mu}{h} * (r_k - r)\right)} * \left[1 + \frac{2}{\sqrt{3}} * \int_r^{r_k} \frac{r_0^2}{r * \sqrt{3 * r^4 + r_0^4}} * e^{-\left(\frac{2\mu}{h} * (r_k - r)\right)} * d_r\right] \quad (1)$$

$$\sigma_{z2} = k_f * e^{\left(\frac{2\mu}{h} * (r_b - r)\right)} * \left[1 + \frac{2}{\sqrt{3}} * \int_r^{r_b} \frac{r_0^2}{r * \sqrt{3 * r^4 + r_0^4}} * e^{-\left(\frac{2\mu}{h} * (r_b - r)\right)} * d_r\right] \quad (2)$$

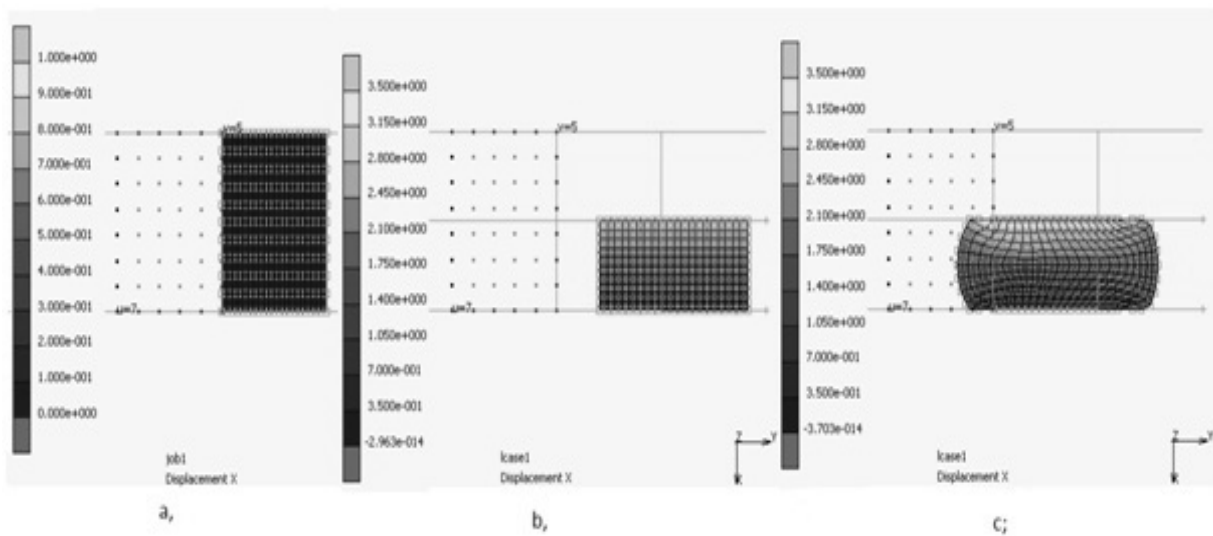
Az (1-2) képletekkel meghatározhatjuk a Burgdorf nomogramot (3a. ábra), aminek a segítségével a próbatest geometriai méretei ismeretében viszonylag gyorsan leolvashatjuk a súrlódási tényező értékét.

A gyűrűzömítés paraméteres végeelemes modelljét az MSC.Software MARC Student Edition nevű programmal készítettem el a tengelyszimmetriát kihasználva. Paraméterként a gyűrű magassága, a gyűrű külső és belső átmérője, a zömítés mértéke és a Coulomb súrlódási együttható állítható be, ezzel tetszőleges méretű gyűrű próbatest modellezhető. Az általam modellezett C15-ös acél próbatest geometriája: $d_0=10\text{mm}$ $D_0=20\text{mm}$ $h_0=7\text{mm}$. Különböző súrlódási együttható ($\mu=0; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3;$

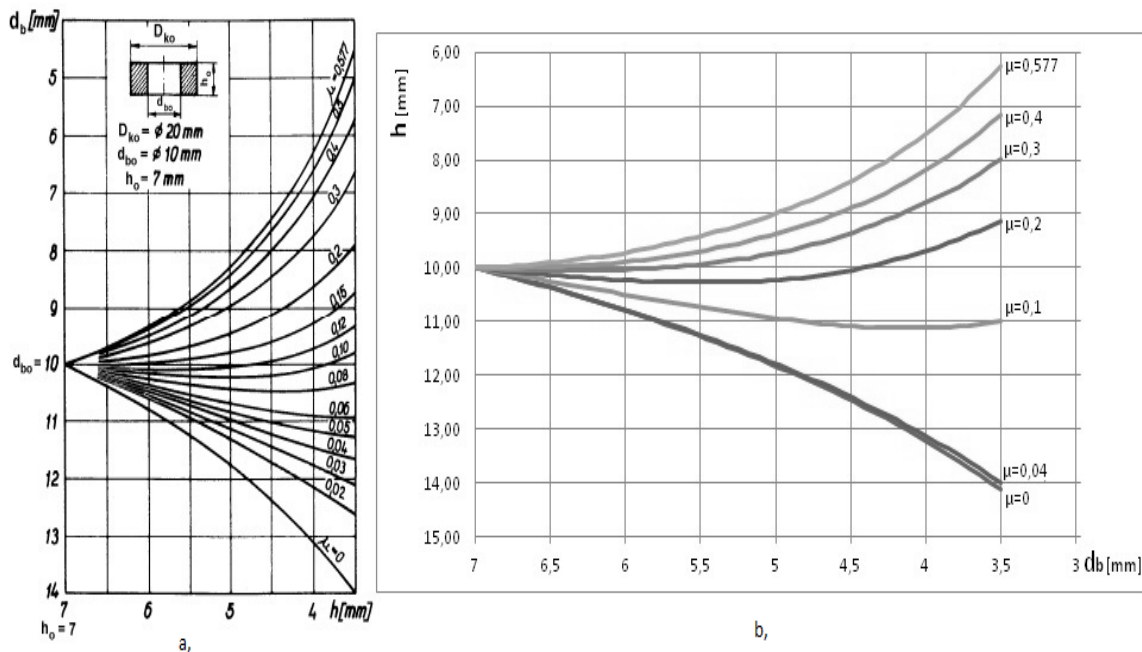
0,4; 0,577) értékekkel lefuttattam a végeselemes szimulációt, meghatároztam a legkisebb belső átmérőt a zömítési magasság függvényében. Ezekből a függvényekből megrajoltam a h - d_b nomogramot (3b. ábra).

3. Eredmények

A 2. ábrán szimulációs eredmények láthatók a zömítés különböző eseteire. A 2. ábrán a „b” jelű ábrán jól látható, hogy súrlódás mentes környezetben a próbatest megtartja alkotóinak a párhuzamosságát, és zömülés közben a külső átmérője nőtt. A „c” jelű ábrán ez előzővel ellentétben $\mu=0,5$ -es súrlódás viszonyok között a próbatesten látható a hordósodás és jelentősen csökkent a belső átmérő a külső rovására.



2. ábra: Az „a,” próbatest eredeti geometriával „b,” súrlódás nélküli állapotban a zömített próbatest „c,” $\mu=0.5$ -es súrlódási tényezővel zömített állapot



3. ábra: Burgdorf nomogramok: az „a” jelű az elméleti [1], a „b” jelű a számítottat ábrázolja

4. Összefoglalás

A gyűrűzömítés vizsgálatára paraméteres végeselemes modellt hoztam létre a tengelyszimetriát kihasználva. Paraméterként a gyűrű magassága, a gyűrű külső és belső átmérője, a zömítés mértéke és a Coulomb súrlódási együttható állítható be, ezzel tetszőleges méretű gyűrű próbatest modellezhető.

Egy kiválasztott anyagminőségre (C15) különböző súrlódási együttható ($\mu=0; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,577$) értékekkel lefuttattam a végeselemes szimulációt, meghatároztam a legkisebb belső átmérőt a zömítési magasság függvényében. Ezekből a függvényekből megrajoltam a $h-d_b$ nomogramot, amelyet összehasonlítottam a Burgdorf által szerkezettel. A súrlódás mentes esetben teljes mértékű az egyezés az elméleti és a végeselemes eredmények között. A súrlódásos esetekben a végeselemes modell az elméletinél kisebb eredményeket adott a belső átmérőre vonatkozóan. A $\mu=0,577$ esetén az eltérés körülbelül 1 milliméter.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] http://www.banki.hu/~aat/oktatas/gepsz/alakitastech/ATG_I/elméleti_alapok.pdf [letöltve: 2012.10.28.]

Szegedi Andor hallgató, **Dr. Gonda Viktor** egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: +36-1-666-5415

E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ ÖSSZEÁLLÍTÁSI PONTATLANSÁG HATÁSA A HEGESZTÉSI PARAMÉTEREK KORREKCIÓJÁRA SAROKVARRATOK ESETÉN

SZILÁGYI Gábor, KOVÁCS-COSKUN Tünde, PINKE Péter

Abstract

The aim of the examination is to show the effects of these position errors, and compare the properties of PA flat positioned fillet welding. The different gaps replace the different sized position errors. We study the effect of these welding defects. We cut samples out from the weld pieces, and made microsection. Through this we examined the formal effects and geometric incompleteness of the weld. On polished and etched section the melt-down depth is turning into measurable the thermal effect area into visible, which we measure with hardness tester machine.

Keywords:

welding, welding parameters, material testing

Összefoglalás

A vizsgálat célja az elhelyezési hibák hatásainak kimutatása, valamint a PA vályúvarrat tulajdonságainak vizsgálata. A különböző hézagméretek a különböző mértékű elhelyezési, pozicionálási hibákat helyettesítik. Az így keletkezett összeolvadási hiány megjelenésének következményeit vizsgáltuk. A hegesztett munkadarabokból mintákat vágunk ki és csiszolatokat készítettünk. A létrejövő varraton az alakhibák és a geometriai hiányosságok is vizsgálhatók. A csiszolatokon mérhetővé válik a beolvadási mélység, láthatóvá válik a hőhatásövezet, amelyek keménységét le is mértünk.

Kulcsszavak:

hegesztés, hegesztési paraméterek, anyagvizsgálat

1. Bevezetés

A hegesztés viszonylag fiatal technológia, mégis ennek az eljárásnak van a legnagyobb jelentősége a gépiparban. A hegesztés hővel, nyomással, vagy mindkettővel egyesíti a munkadarabokat oldhatatlan kötéssel. A fejlődés során számos hegesztési technikát fejlesztettek ki a mérnökök, melyeket először emberek végeztek, majd napjainkra ezeket a feladatokat a tömeggyártásban a hegesztőrobotok vették át. Ennek előnye, hogy a robot mindig ugyanúgy végzi el a feladatot, minden egyes mozdulatot az ezredik munkadarabnál is tökéletesen megismétel. [1] Ha megfelelő érzékelőkkel van felszerelve, valamelyest képes alkalmazkodni a munkadarab egyenetlenségeihez, hibáihoz és a helyzethibákhoz. Mivel a robot szűkebb látókörű az embernél, kiemelt fontosságú a munkadarab minél pontosabb megmunkálása, amely korszerű szerszámgépek segítségével elérhető, és elhelyezése, amit készülékek

könnyítenek meg. A robotok programozásánál kulcsfontosságú a paraméterek helyes beállítása, a dolgozatban bemutatott kísérlet ezen paraméterek meghatározásában kíván segítséget nyújtani.[2]

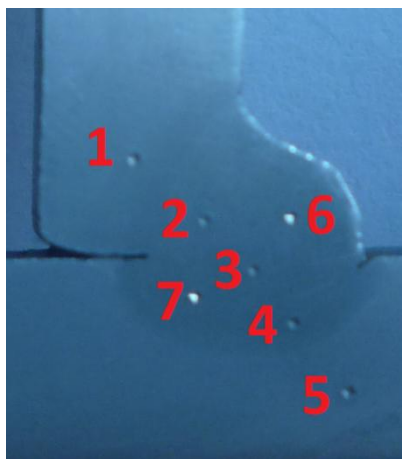
2. Kísérletek

A varratokat (PA) vályúvarratként hegesztettük (MSG) fogyóelektródás rövidzáras védőgázos ívhegesztési technológiával. A (PA) vályúvarrat két egymásra merőleges lemez összehegesztése a vízszintes síktól 45 fokkal elfordított helyzetben, mert így kedvezőbb varratot kapunk, mint a hasonló sarokvarrat (PB) esetén. Kísérleteink során 4 darab próbatestet készítettünk, melyeken a hegesztési hézag-elhelyezési hiba hatását kívántuk vizsgálni. A hegesztési paramétereken nem változtattunk a munkadarabok hegesztése során. A hegesztést egy CLOOS Qirox QRC 320 típusú hegesztőrobot végezte el. A robot programozását és a hegesztést segítséggel végeztük el. [3,4] A kész munkadarabokból 20 mm-es darabokat vágunk ki fűrészgép segítségével. Az így kimunkált darabokat csiszoltuk majd (3%) Nitallal marattuk. Vizsgálatainkat az így kialakított felületen végeztünk.

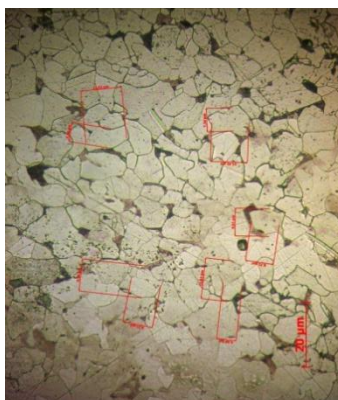
A mikroszkópi csiszolaton láthatóvá vált a hőhatás övezet, így könnyedén le lehetett mérni a beolvadási mélységet. Vickers keménységmérést 30 kg-os terheléssel végeztünk.

1. Táblázat A próbatestek kémiai összetétele

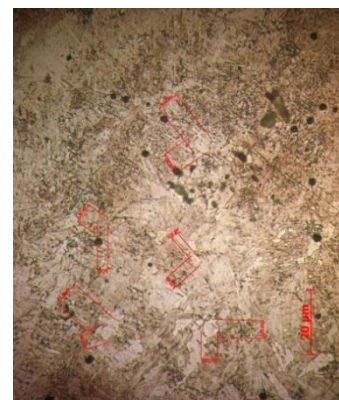
Anyagjel	C%	Mn%	P%	S%	Si%
S235	0,22 max	1,60 max	0,05 max	0,05 max	0,05 max



1. ábra A keménységmérési pontok jelölése



2. ábra Szövetszerkezet az 1 és 5 jelű pontok környezetében



3. ábra Szövetszerkezet a 3 jelű pontok környezetében

A keménységmérés után a kapott pontok környezetében meghatároztuk a szemcsék méretét. A keménységmérési pontok környezetében 5-5 szemcse méretét határoztuk meg, majd ezek átlagát számítottuk, így kaptuk az egyes keménységmérési pontokhoz tartozó szemcseméreteket. Az 1. ábra a keménységmérési pontok jelöléseit mutatja mellette a 2. és 3. ábrákon a két mérési pont környezetének

mikroszerkezetét láthatjuk. Az 1-es és 5-ös keménységmérési pontok környezetében a szemcsék jóval nagyobbak, mint a hőhatásövezetben (3-as jelű pont).

A szemcseméret nagysága szoros összefüggésben áll az anyag mechanikai tulajdonságaival. A Hall–Pech-egyenlet szerint (2) az anyag folyáshatára a szemcseátmérő négyzetgyökével fordítottan arányos. Ennek értelmében, viszonylag nagymértékű szilárdságnövekedést lehet elérni kis szemcseméret létrehozásával [5].

A keménység és a szemcseméret között is szoros kapcsolat van, az erre felírt összefüggés (1) kis karbontartalmú acélokra alkalmazható, ahol: k anyagtól függő állandó, d szemcseméret, R_{e0} egykristály folyási határa.[6]

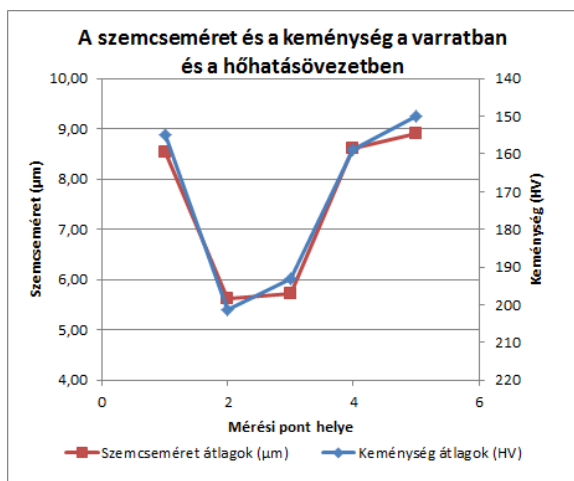
$$R_{eH} = 3,2 \cdot HB - 262 \quad (1)$$

$$R_{eH} = R_{e0} + \frac{k}{\sqrt{d}} \quad (2)$$

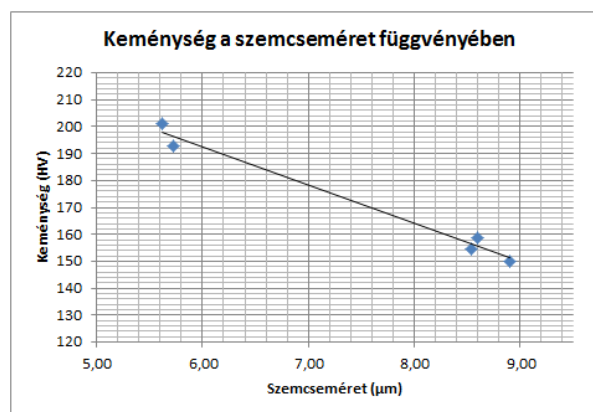
Kísérleteinkben szereplő minták keménység értékei nem haladták meg a 220 HV keménységet ezért ebben a tartományban igaz, hogy a Vickers keménység a Brinell keménységértékkel egyenértékű.

3.Eredmények és következtetések

A 4. Ábra mutatja a szemcseméret és a keménység kapcsolatát (PA) helyzetű hegesztett varratok esetében. Az azonos koordinátákhoz tartozó mérési eredményeket átlagoltuk és így kaptuk a diagram adatait.



4. ábra A szemcseméret és a keménység a helykoordináták függvényében



5. ábra A keménység a szemcseméret függvényében

Az 5. ábrán a megfelelő koordináták szerinti pontok átlagkeménységeit és szemcseméret átlagait ábrázoltuk, melyre lineáris egyenest illesztettünk. A 4. Ábrán jól látható a keménység és a szemcseméret kapcsolata. A varrat és hőhatásövezetének keménység különbsége valamint a szemcseméret változása is ismert a szakirodalomban számos hivatkozás található erre [7,8].

A vizsgálatainkhoz alkalmazott acél kis karbontartalmú volt a hegesztés hőhatásövezetében ezért nem keletkezett jelentős szemcsedurvulás. A szemcseméret és a keménység kapcsolatának a fentiekben vázolt összefüggése kimutatható volt.

Összefoglaló

A szemcseméret és a keménység értékek jól mutatják a szemcseméret hatását a mechanikai tulajdonságokra, vagyis a varratban, ahol kis méretű szemcsék találhatók, a keménység magasabb, mint a hőhatásövezet szemcsedurvult részeinél.

Minden esetben kisebb hézagméretre kell törekedni. Mivel a vizsgált acél kémiai összetételéből következően jelentős keménység és szemcseméret változás nem következik be hegesztés során, ezért a hézagméret hatását a hegesztett varrat szerkezetére nem tudtuk kimutatni. A keménység és a szemcseméret kapcsolatát viszont méréseinkkel igazoltuk.

A gyakorlati kísérletekből kapott eredmények segítséget nyújtanak a robotos hegesztési technológia tervezése során a varrat kialakítása és a hegesztési paraméterek megválasztásánál. A dolgozat elkészítése során számos kérdés merült fel, ezekre további kísérletek adhatnak majd választ.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a CLOOS International Kft.-nek és Végh Sándornak, aki a hegesztési kísérletek elvégzésében segített valamint, Kovács Gábornak, aki a munka kivitelezésében jelentős támogatást nyújtott.

Irodalom

- [1] Dr. Bagyinszky Gy.: *A hegesztés robotosításának fogalmi háttere*, Hegesztés Technika folyóirat XIX. évfolyam 2008/1.
- [2] Dr. Gáti J., Dr. Kovács M.: *Kötéstechnológia*, Óbudai egyetem Budapest 2010
- [3] Pálkás L.: *Védőgázos fagyóelektródás ívhegesztés alapelvei*, Cloos konferencia előadás, 2012.
- [4] Cloos: *Oktatási segédlet* 2012.
- [5] Krállics Gy., Fodor Á.: *A 17-4 PH Martenzites korrózióálló acél fázisátalakulásának vizsgálata dilatométerrel*, Anyagvizsgálók lapja 2005/4 pp. 107-109
- [6] <http://edu.bzlogi.hu/mtesting/szoftverek/kemenys.pdf>
- [7] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I.*, EME, Kolozsvár, 2010.
- [8] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika II.*, EME, Kolozsvár, 2010.

Szilágyi Gábor, egyetemi hallgató
Dr. Kovács-Coskun Tünde, docens
 Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát
 Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
 Cím: 1081 Budapest Népszínház u. 8.
 Telefon / Fax: +36-30/564-66-23
 E-mail: szilgabo@gmail.com
kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Dr. Pinke Péter, egyetemi adjunktus
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony
 Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat
 Paulínska 16, 917 24 Trnava,
 Slovenská republika
 Tel.: 00421/33 [552 1007](tel:00421335521007)
 email: peter.pinke@stuba.sk



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A GÁZ ÉS PLAZMA KÖZEGŰ KARBONITRIDÁLÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A KIALAKULT RÉTEGMÉLYSÉG SZEMPONTJÁBÓL

SZILÁGYINÉ BIRÓ Andrea, NAGY Dóra, KOCSISNÉ BAÁN Mária

Abstract

Among the thermo-chemical processes, when chemical composition as well as microstructure of the surface is modified, nitriding can be considered as one of the mostly well-established technological solution, based on nitrogen diffusion. As a further development of the treatment ferritic nitrocarburizing has been recognised to improve the layer properties, by diffusing a small amount of additional carbon into the surface. This paper reviews the results of investigations on surface layers, treated by gas and plasma ferritic nitrocarburising. Effects of the technological parameters and similarity of produced case depth applying the two different technology are also discussed.

Key words:

ferritic nitrocarburising, gas nitriding, plasma nitriding, case depth

Összefoglalás

A nitridálás és a karbonitridálás technológiáit széles körben alkalmazzák olyan esetekben, ahol a szívós alkatrész felületén egy kopásálló, kemény rétegre van szükség. E publikáció célja bemutatni, hogy gáz és plazma karbonitridálás esetében milyen technológiai paraméterek alkalmazásával lehet hasonló rétegmélységet elérni.

Kulcsszavak:

gáz nitridálás, plazma nitridálás, karbonitridálás

1. Bevezetés

A nitridálás a felületötvöző hőkezelések egyik fontos tagját képezi. Az eljárás során a ferrites állapotú acél felületi rétegébe interstíciósan oldódó nitrogén diffundál, az acéllal és annak ötvözőivel stabil nitrideket alkot és azáltal megnöveli az alkatrész felületi keménységét. Így a kopásnak kitett alkatrészek esetében a technológia segítségével jelentősen megnövelhető az élettartam. A nitridálásnak több eljárásváltozata terjedt el az iparban: gáz közegű, sófürdős, plazmanitridálás. Mindegyik változatnak megvannak az előnyei és hátrányai, mind a technológia alkalmazhatósága, mind a kialakult réteg tulajdonságai szempontjából. [1,2,3]

2. Az elvégzett kísérletek leírása

Ismerve a nitridálás különböző technológiaváltozatait, a szakemberekben joggal merül fel a kérdés, hogy ezek az eljárásváltozatok milyen hatásokkal képeznek felületi réteget, vagyis azok alkalmazásakor milyen paraméterkombináció alkalmazásával lehet ugyanolyan rétegmélységet képezni. További kísérleteket tervezünk a jövőben a két technológiai gazdaságossági elemzéseire vonatkozóan, ehhez azonban összehasonlítható adatokra - azaz azonos mélységű és tulajdonságú rétegek előállítása során nyert költség-adatokra lesz szükségünk.

A kísérleteket kétféle anyagminőségen végeztük: egy betétedzésű (16MnCr5) és egy nemesíthető (C45) acélon. Az anyagok szabványos kémiai összetétele az 1.táblázatban olvasható. A felhasznált anyagminőségek gáz és plazma karbonitridálva voltak, a technológiai paramétereket a 2. táblázatban foglaltuk össze. Gáznitridálás során az egyik fontos elvárás, hogy porózusmentes vegyületi kérget lehessen előállítani. A nagy nitrogéntartalmú, porózus vegyületi réteg keménysége kicsi, kopásállósága nem megfelelő, így semmiképpen nem kívánatos az alkatrész felületén. A porózus réteg utólagos lemunkálása helyett jobb megoldás, ha eleve elkerüljük annak kialakulását. Erre Floe dolgozott ki eljárást, melynek lényege, hogy egy nagy nitrogénkínálattal jellemezhető telítési szakaszt egy alacsony N-kínálatú diffúziós szakasz követ, amely során a felület közelében csökken a nitrogéntartalom, így csökken a porozitás. Kísérleteink során szabályozástechnikai okokból a diffúziós szakaszt úgy valósítottuk meg, hogy ekkor egyáltalán nem volt ammóniaáram a kemencében. A két szakaszt 1-1 óránként váltva, összesen 4 ciklusból állt a továbbiakban 8 órás Floe eljárásnak nevezett gáznitridálás. A gáznitridálás során az alkalmazott gázkeverék:

- Aktív szakasz: 100 l/h NH₃+100 l/h N₂+4 l/h CO₂
- Diffúziós szakasz: 100 l/h N₂

1. táblázat. A kísérletek során használt anyagok szabványos kémiai összetétele

	C	Si	Mn	Cr	Egyéb
C45	0,45	0,3	0,7	-	-/S=0,04
16MnCr5	0,17	0,3	1,2	0,9	-/S=0,03

2. táblázat. A kísérletek során alkalmazott technológiai paraméterek

	Plazma	Plazma	Plazma	Plazma	Gáz	Gáz	Gáz	Gáz
	Nitridálás				Karbonitridálás			
T, °C	515	515	570	570	560	525	560	525
t, óra	3	7	2	3	10	8	8, Floe	8, Floe

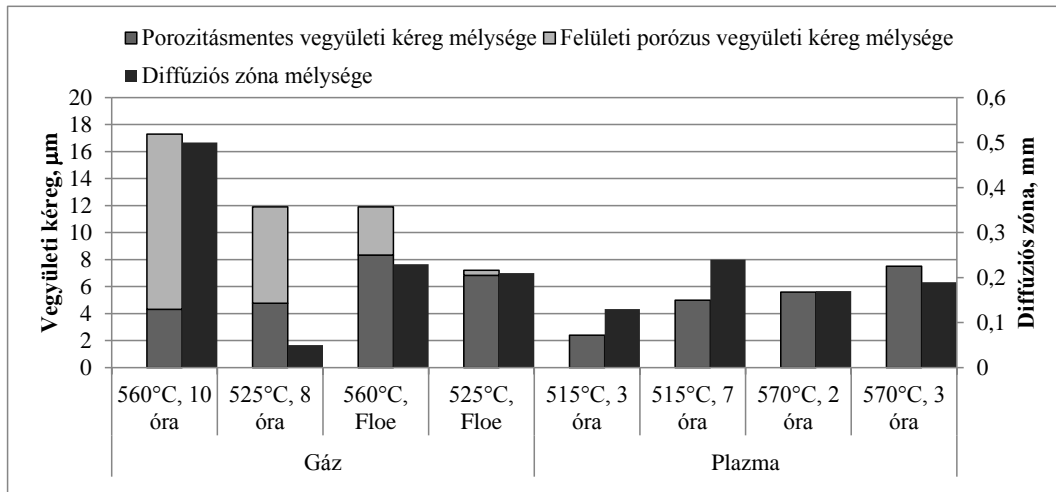
3. Eredmények

A kísérletsorozat célja a rétegmélységek összehasonlítása volt. A rétegmélységnek két fontos összetevője van:

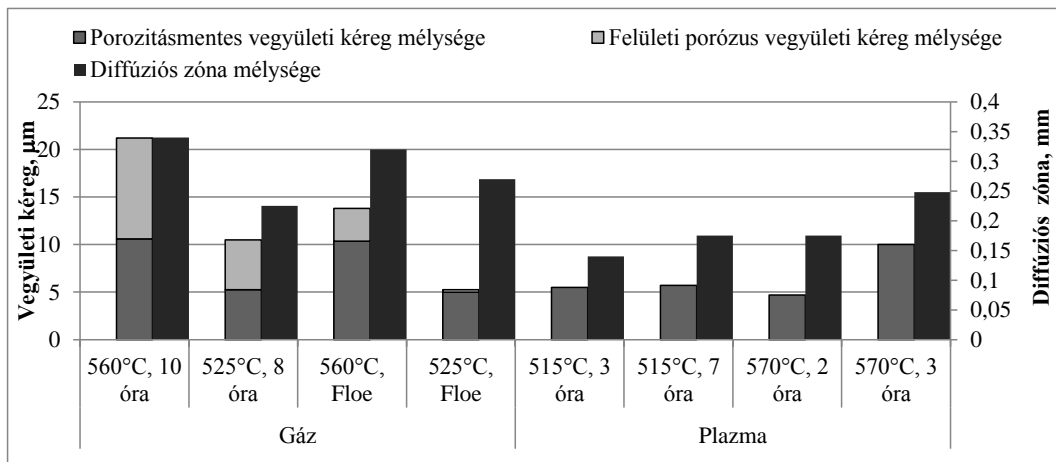
- a vegyületi réteg mélysége, amely optikailag jól meghatározható;

- a diffúziós zóna mélysége, amelyet általában az alapanyag keménységénél 50 HV_{0,1}-el nagyobb keménységértéknél jelölnék ki, a mi esetünkben ez a határkeménység 300 HV_{0,1} volt.

Az 1. ábra C45, a 2. ábra 16MnCr5 anyagminőség esetében mutatja a fenti két jellemező értékeinek alakulását. A vegyületi réteg mélysége két részből tevődik össze: a felülethez közeli porózus és az alatta lévő porozitás-mentes rétegből.



1. ábra. A nitridált rétegben a vegyületi kéreg és a diffúziós zóna mélysége, C45 anyagminőség



2. ábra. A nitridált rétegben a vegyületi kéreg és a diffúziós zóna mélysége, 16MnCr5 anyagminőség

A fenti ábra részletes elemzésekor mindkét anyagminőség esetében meg lehet találni azt a paraméterkombinációt, ahol a gáz és plazmanitridálás anyagminőség esetében a rétegmélység közel azonos. Az összehasonlítás alapjául gáznitridálás esetében a porozitás nélküli vegyületi réteg mélysége volt a viszonyítási érték. A fentiek alapján a két anyagminőségre és az alkalmazott paraméterkombinációkra vonatkozóan az alábbi esetekben áll legközelebb egymáshoz a rétegmélység:

- C45: 560°C-os gáz közegű 8 órás Floe eljárás és 570°C-os 3 órás plazma karbonitridálás
- 16MnCr5: 525°C-os gáz közegű 8 órás Floe eljárás és 570°C-os 2 órás plazma karbonitridálás

A fenti eredményekből a következő következtetések vonhatóak le:

- gáznitridálás esetében a kialakult rétegben minden esetben található nemkívánatos porozitás, azonban Floe eljárás alkalmazásával minimálisra csökkenthető ennek mértéke;
- gáz és plazma karbonitridálás esetében lehetett találni olyan paraméterkombinációkat, amelyek esetében a rétegmélység közel azonos.

Érdeemes azonban kitérni a két technológia közötti fontos különbségekre is. C45 anyagminőség esetében egyértelműen látszik, hogy a plazmanitridálás gazdaságosabb technológia, hiszen közel azonos hőmérsékleten rövidebb idő alatt képződik ugyanolyan rétegmélység. Mindemellett fontos figyelembe venni, hogy míg gáznitridálás esetén folyamatos gázáram szükséges a technológiához, addig a plazmanitridálás a reakciótér egyszeri feltöltésével (és a felvett nitrogén pótlásával) elvégezhető. Ez alapján a plazmanitridálás gazdaságossága még szembetűnőbb. [4]

4. Összefoglalás

Az eredmények ismeretében elmondható, hogy gáz és plazma karbonitridálással előállítható ugyanolyan (vegyületi kéreg és diffúziós zóna) mélységű felületi réteg. Azonban további vizsgálatot igényel, hogy a kialakított rétegek tulajdonságai is megegyeznek-e.

Irodalom

- [1] David Pye: Practical Nitriding and Ferritic Nitrocarburizing, ASM International, December 1, 2003., ISBN: 978-0871707918
- [2] George Krauss: Steels: Heat Treatment and Processing Principles, ASM International, 1997. ISBN: 0-87170-370-X, p. 305-315
- [3] George E. Totten, Maurice A. H. Howes: Steel Heat Treatment Handbook, Marcel Derrek Inc., 1997. ISBN: 978-0-8247-9750-7
- [4] Jean Georges, Jules Georges, Jean-Paul Lebrun: Plasma-nitriding and postoxidising: An innovative and eco-friendly solution with strong reduced consumption of gas and energy, Conference Proceedings, Nitriding an Nitrocarburising, 29 – 30 April 2010, Aachen, Germany

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Dr. Kolozsváry Zoltánnak és Szabó Endrének a kísérletek elvégzésében nyújtott segítségükért. „A bemutatott kutatómunka részben a TÁMOP-4.2.1. B-10/2/KON V-2010- 0001 részben pedig a TÁMOP-4.2.2/B- 10/1-2010-0008 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Szilágyiné Biró Andrea tanársegéd **Nagy Dóra** hallgató

Kocsisné Dr. Baán Mária egyetemi docens

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Mechanikai Technológiai Tanszék

H-3515, Magyarország, Miskolc , Egyetemváros Telefon: +36-46-565-111/18-47

E-mail: biro.andrea@uni-miskolc.hu, nagydora0521@gmail.com, m.kocsis.baan@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

AZ ÁTLAGOS ÉRDESSÉG ELMÉLETI ÉRTÉKE ROTÁCIÓS ESZTERGÁLÁS ESETÉN

SZTANKOVICS István

Abstract

Rotational turning can be a solution for the disadvantages of the kinematic relations in traditional turning due to its special kinematic relations. For the comparison of this procedure to other machining methods the definition of the proper parameters are needed. The determination of the theoretical profile of surface roughness leads to values capable of the comparison. The theoretical value of total height of profile is defined in my previous researches. In this work the theoretical value of the arithmetic mean deviation is determined. The equation of the cut surface is available from my previous work however it is practical to simplify the equation first. After the simplification I define the integral for the particular sections of the curve so the equation of the theoretical value of the arithmetic mean deviation can be expressed

Keywords:

Arithmetic Mean Deviation, Rotational Turning, Theoretical Roughness

Összefoglalás

A rotációs esztergálás különleges mozgásviszonyainak köszönhetően megoldást jelent a hagyományos esztergálás mozgásviszonyaiból eredő hátrányokra. Ahhoz, hogy az eljárást összehasonlíthassuk más eljárásokkal, szükség van a megfelelő paraméterek meghatározására. Ilyen értékek kaphatóak az elméleti érdességi profiljának meghatározásával. Korábbi kutatómunkám során definiáltam a maximális érdesség elméleti értékét. Ebben a publikációban az átlagos érdesség elméleti értékének meghatározását írom le. A forgácsolt felület egyenlete korábbi kutatásomból rendelkezésre áll, azonban először célszerű ezt egyszerűbb alakra hozni. Ezt követően szükséges az egyenlet megfelelő szakaszaira vett integráljait meghatározni. Így kifejezhetővé válik az átlagos érdesség elméleti értéke.

Kulcsszavak:

átlagos érdesség, rotációs esztergálás, elméleti érdesség

1. Bevezetés

A rotációs esztergálás az esztergáló eljárások közül nemrég előtérbe került eljárás. Ennél a módszernél a szerszám éle csavarvonalban helyezkedik el, melynek középvonala párhuzamos a munkadarab középvonalával. A szerszám lassú forgatása mellett a munkadarab gyors forgatásával jön létre az állandó keresztmetszetű forgács leválasztása. Különleges mozgásviszonyának révén nagyon sima felületek érhetőek el a hagyományos simító esztergálás tartományában, illetve a műszaki rajzokon előírt érdességi kritériumok nagy termelékenységgel is biztosíthatóak [1]. Korábbi kutatómunkám során meghatároztam a forgácsolás során megmunkált felület elméleti érdességi profilját, valamint a maximális érdesség értékét. Jelen munkában az átlagos érdesség elméleti értékének meghatározásának

módját írom le. Ehhez szükséges a forgácsolt felület egyenletének egyszerűsítése, majd a szükséges műveletek (integrálás) elvégzésével megadható a keresett mutatószám.

2. A forgácsolt felület egyenletének megfelelő alakja

A rotációs esztergálás során keletkezett felület elméleti átlagos érdességének meghatározásához szükséges a forgácsolt felület egyenletének szerszámalapsíkban felírt alakja. A kutatómunkám korábbi szakaszában [2] meghatároztam a szükséges kifejezést, melyet az 1. és 2. egyenlet mutat. Az egyenletben és a cikk további részében alkalmazott jelölések: r_t , szerszámsugár; r_w , munkadarab megmunkált felületének sugara; a_w , középvonalak távolsága; α_t , terelőszög; ω_t , szerszám szögsebessége; ω_w munkadarab szögsebessége; v_a , kiegészítő axiális előtolás.

$$\xi(\zeta) = r_t \cos \left[\frac{\zeta + v_a t}{r_t \cot \alpha_t} + \nu(\zeta) + \omega_t t - \omega_w t \right] - a_w \cos(\nu(\zeta) + \omega_w t) \quad (1)$$

$$\nu(\zeta) = \tan^{-1} \left[\frac{r_t \sin \left[\frac{\zeta + v_a t}{r_t \cot \alpha_t} + \omega_t t - \omega_w t \right] - a_w \sin \omega_w t}{r_t \cos \left[\frac{\zeta + v_a t}{r_t \cot \alpha_t} + \omega_t t - \omega_w t \right] - a_w \cos \omega_w t} \right] \quad (2)$$

Mint látható, a fenti kifejezésben paraméteresen szerepel az idő. Így vizsgálható a forgácsolás folyamata különböző időpillanatokban. Az átlagos érdesség azonban időben állandó, ha az elméleti értékét vizsgáljuk. Ezért vehetem a $t = 0$ mellékfeltételt, mellyel az egyenlet alakja a következő:

$$\xi(\zeta) = r_t \cos \left[\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} + \tan^{-1} \left(\frac{r_t \sin \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right)}{r_t \cos \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right) - a_w} \right) \right] - a_w \cos \left[\tan^{-1} \left(\frac{r_t \sin \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right)}{r_t \cos \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right) - a_w} \right) \right] \quad (3)$$

A kifejezést tovább egyszerűsíthetem, ha figyelembe vesszük, hogy $a_w = r_t + r_w$. A két szög összegére vonatkozó trigonometrikus azonosság felhasználásával további összevonásokat végezhetek el. Ehhez figyelembe kell venni, hogy a 3. egyenletben található hányados értéke reális esetekben 0 és 0,01 közé esik (4. kifejezés szerint), ezért élhetnek az 5. egyenlet szerinti egyszerűsítéssel [3]. A fentieket figyelembe véve kapom az 1. egyenlet egyszerűsített alakját, mely a 6. egyenletben látható.

$$\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \approx 0 \dots 0,01 \quad (20 < r_t, \quad 30^\circ < \alpha_t < 50^\circ \rightarrow 0,8 < \cot \alpha_t, \quad \zeta = 0 \dots 0,5) \quad (4)$$

$$\cos \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right) \approx 1 \quad , \quad \sin \left(\frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \right) \approx \frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \quad (5)$$

$$\xi(\zeta) = -r_t \frac{\zeta}{r_t \cot \alpha_t} \sin \left[\tan^{-1} \frac{\zeta}{r_t - a_w \cot \alpha_t} \right] - r_w \cos \left[\tan^{-1} \frac{\zeta}{r_t - a_w \cot \alpha_t} \right] \quad (6)$$

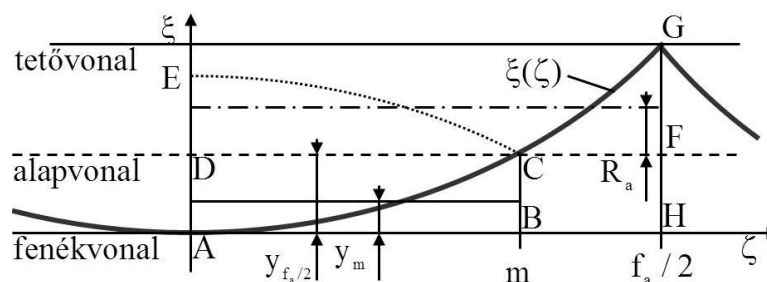
A $\sin(\arctan(x))$ és $\cos(\arctan(x))$ függvényekre vonatkozó azonosságok felismerésével tovább egyszerűsíthetem az egyenletet. A lehetséges összevonásokat elvégezve kapom az 1. egyenlet egyszerűsített alakját (mellette az egyenlet origóba eltolt és tükrözött alakja látható):

$$\xi_0(\zeta) = -r_w \sqrt{1 + \left(\frac{\zeta}{r_w \cot \alpha_t}\right)^2}, \quad \xi(\zeta) = r_w \sqrt{1 + \left(\frac{\zeta}{r_w \cot \alpha_t}\right)^2} - r_w \quad (8)$$

3. Az átlagos érdesség elméleti értékének meghatározása

Az átlagos érdesség elméleti értékének meghatározásához először meg kell határozni a forgácsolt felület érdességi profil alapvonalának helyzetét. A rotációs esztergálás során keletkező felület profiljának alakját korábbi kutatómunkám során már meghatároztam [1]. Az 1. ábrán látható az elméleti profil átlagos érdesség szempontjából érdekes része. A szimmetriatulajdonságok miatt elegendő a görbe pozitív ζ irányába eső részét vizsgálni. Az alapvonal ξ irányban mért helyzete ($y_{fa/2}$) meghatározható, ha a 8. egyenlet görbéjének az előtolás (f_a) feléig vett határozott integrálját (AHG alakzat területe) elosztom a vizsgált szakasz hosszával ($f_a/2$). Az így definiált alapvonal fölötti rész (CFG alakzat) és alatti rész (ACD alakzat) területe megegyezik, ezért az átlagos érdesség meghatározásához elegendő az utóbbi részt vizsgálni. Az EDC alakzat területe meghatározható, ha az AMCD téglalap területéből kivonjuk az ABC alakzat területét. Ha a területeket elosztjuk a vizsgált szakasz hosszával (m) megkapjuk az átlagos érdesség kifejezésére alkalmas képletet. A fenti levezetést a 9. egyenlet mutatja. A területek meghatározásához a görbe megfelelő szakaszainak integrálásával jutunk. Azonban a 8. egyenletet analitikusan integrálva a gyakorlatban nehezen használható képlet kapható. Ezért közelítő, numerikus integrálás mellett döntöttem. Mivel a görbe emelkedése nagyon kicsi (1 milliméter alatt néhány micron [1]), ezért alkalmazhatom a trapézformulát a numerikus integrálás elvégzéséhez [4]. A kapott érték nagyobb, mint analitikus vagy Simpson formulával végzett integrálás esetén, azonban az eltérés kicsi.

$$R_a = \frac{T_{ABCD}}{m} - \frac{T_{ABC}}{m} = y_{\frac{f_a}{2}} - y_m = \frac{\int_0^{\frac{f_a}{2}} \xi(\zeta) d\zeta}{\frac{f_a}{2}} - \frac{\int_0^m \xi(\zeta) d\zeta}{m} \cong \frac{1}{2} \left[f\left(\frac{f_a}{2}\right) - f(m) \right] \quad (9)$$



1. ábra. Az átlagos érdesség származtatása

Az értelmezés miatt a függvény értéke a $\zeta = m$ helyen éppen $y_{fa/2}$, aminek a korábbiakban meghatároztam az értékét közelítő integrálással. Korábbi kutatómunkám során definiáltam az axiális irányú előtolást [1]. A fenti egyenletek segítségével meghatároztam az átlagos érdesség elméleti értékének képletét a 11. egyenlet szerint.

$$f(m) = y_{\frac{f_a}{2}} = \frac{2}{f_a} \int_0^{\frac{f_a}{2}} \xi(\zeta) d\zeta \cong \frac{1}{2} f\left(\frac{f_a}{2}\right) \quad (10)$$

$$R_a \cong \frac{1}{4} r_w \left[\sqrt{1 + \left(\frac{f_a}{2r_w \cot \alpha_t}\right)^2} - 4 \right] = \frac{1}{4} r_w \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{r_w \cot \alpha_t} \cdot \frac{\omega_t}{\omega_w} \cdot \left[\frac{r_t}{\tan \alpha_t} + \frac{v_a}{\omega_t}\right]\right)^2} - 4 \right] \quad (11)$$

4. Összefoglaló

A rotációs esztergálás esetén korábban meghatározott forgácsolt felület egyenletének egyszerűsített alakja alkalmassá vált az átlagos érdesség elméleti értékének meghatározására. Numerikus módszerek alkalmazásával elvégeztem a görbe megfelelő részeinek integrálását. Így kifejezhetővé vált az átlagos érdesség elméleti értéke, melynek további vizsgálata későbbi kutatómunkám tárgya.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben/előadásban ismertetett kutató munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatásokat az Országos Tudományos Kutatási Alapítvány (OTKA) is támogatta. A megbízás száma: OTKA K-78482. A szerző mindkét támogatásért köszönetet mond.

Irodalom

- [1] Sztankovics I, Kundrák J: *Maximális érdesség vizsgálata rotációs előtolású esztergálással megmunkált külső hengeres felületen*, Multidiszciplináris Tudományok: A Miskolci Egyetem közleménye (ISSN: 2062-9737), 2. kötet, 1. szám, pp. 135-146.
- [2] Sztankovics I, Kundrák J: *Mathematical description of machining external cylindrical surface in case of rotational turning*, Cutting & Tool in T. S. Vol 82, 2012, Kharkiv NTU, pp. 264-269
- [3] Bahvalov N Sz: *A gépi matematika numerikus módszerei*, Műszaki Kiadó, Budapest, 1977
- [4] Galántai A, Jeney A: *Numerikus módszerek*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2005, 141-149 o.

Sztankovics István, doktorandusz hallgató

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gépgyártástechnológiai tanszék

Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46-565-160

E-mail: istvan.sztankovics@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BOROSBOCSÁRD JELLEGZETES BOROSPINCÉINEK VIZSGÁLATA

TALPAS János

Abstract

Due to the regression of viticulture, for their proper maintenance, new uses for the wine cellars are required. The paper briefly presents wine-cellar types, followed by the analysis of special vaulted wine-cellars from Bucerda Vinoasă. The article is a contribution to the cultural and economic support of the wine-cellars from the Erdélyi-hegyalja region.

Keywords:

Bucerda Vinoasă, wine-cellar, barrel-vault, cellar-ventilating

Összefoglalás

A szőlőtermesztés visszaesésével a borospincék fenntarthatósága érdekében új felhasználási lehetőségeket szükséges keresni. Jelen tanulmány röviden vázolja a borospincék típusait, majd a borosbocsárdi jellegzetes boltozott borospincéiket vizsgálja. A tanulmány hozzájárulni kíván az Erdélyi-hegyaljai borospincék kulturális és gazdasági fenntarthatóságához.

Kulcsszavak:

Borosbocsárd, borospince, dongaboltozat, pinceboltozat, pinceszellőző.

1. Bevezetés

A borospincék az idő folyamán sok változáson mentek át, idomulva a helyi építészeti és funkcionális követelményekhez, szokásokhoz. A borospincék három alaptípusát különböztetjük meg [1]. Vízszintes (1), lefelé terjeszkedő (2) és felszíni vagy felszín közeli boltozott (3) borospince. Az első két változattal leginkább az Érmelléken és a Szilágyságban találkozunk. A tanulmány a felszín közeli boltozott változatú, lakóépülettel fedett borospincékkel foglalkozik. A borospince összeolvasztása a lakóépülettel egy különlegesebb építészeti megoldást eredményezhet. Ugyanakkor célszerű további paramétereket is elemezni borospincék felmérésénél: az épületek anyagát, formáját, hőmérsékletét, szellőztetését és nedvességtartalmát [1]. A tanulmány a borosbocsárdi jellegzetes borospincéket kívánja a fent említett módon vizsgálni.

2. Borosbocsárd (Bucerda Vinoasă, Buchard)

Erdélyi-hegyalja a Kárpát-medence egyik hagyományos borvidéke. Két részre osztódik Erdélyi-hegyalja alsó és Erdélyi-hegyalja felső vidékre [5]. Borosbocsárd Árpád-kori település, az Erdélyi-

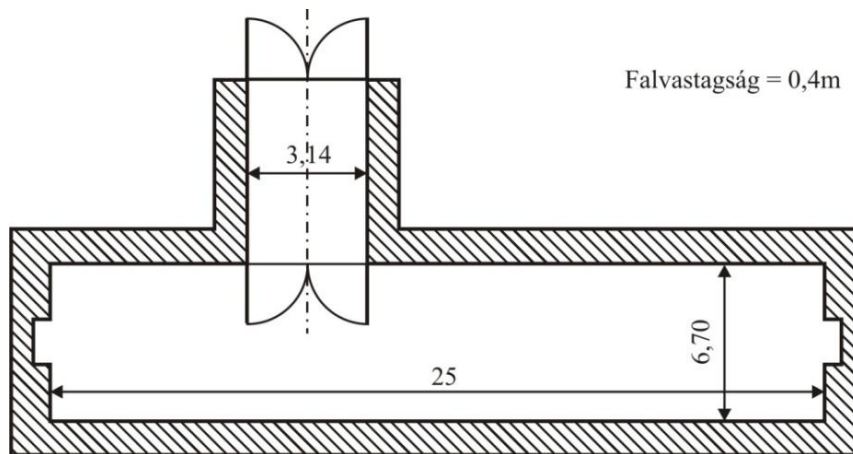
hegyalja alsó borvidék része. Szőlőtermesztéssel és borkészítéssel már a XII. századtól foglalkoztak ezen a vidéken.

A település első említése Buchard néven történik (IX. Gergely pápa IV. Bélához intézet levelében). II. András magyar király a XII. században szász lakosságot telepít a vidékre [5]. A telepések szőlőtermesztéssel is foglalkoztak, létrehozva az első borospincéket a településen.

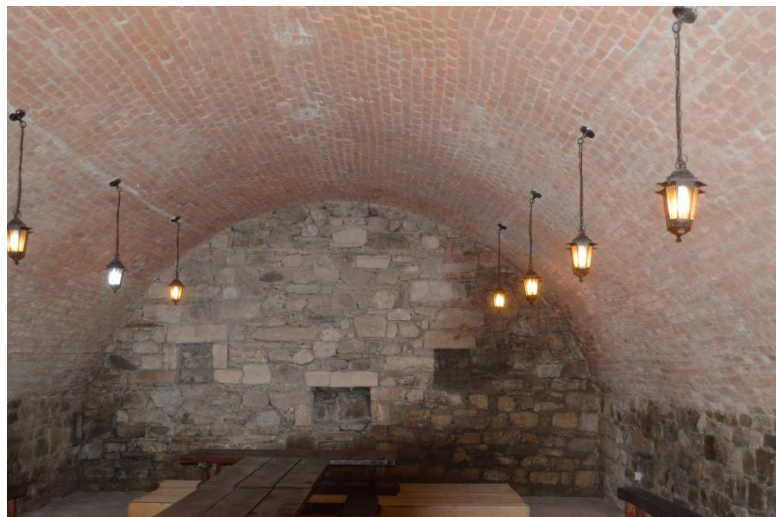
A továbbiakban Borosbocsárd két jellegzetes pincéjét mutatjuk be.

3. Felső parókia borospincéje

A település legnagyobb borospincéje a felső parókia épülete alatt található. Alapterülete $167,5 \text{ m}^2$, oldalsó bejáráttal (1. ábra) rendelkezik. Boltozatát égetett téglából, tartófalait pedig homokkőből rakták (2. ábra).



1. ábra. A felső parókia borospincéjének alaprajza

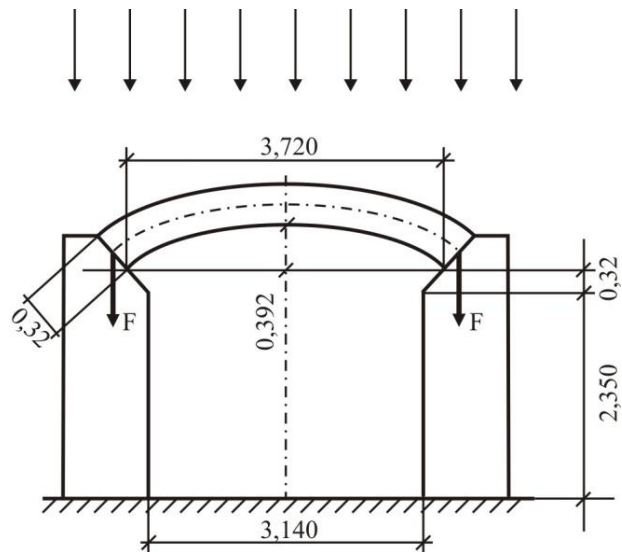


2. ábra. A felső ortodox parókia borospincéjének falazata és boltozata

A falazat kötőanyaga homok és mész keveréke. A bejárat boltív kialakításához két sor téglát használtak (3. ábra). A terhelés a tartófalakra hárult (4. ábra).

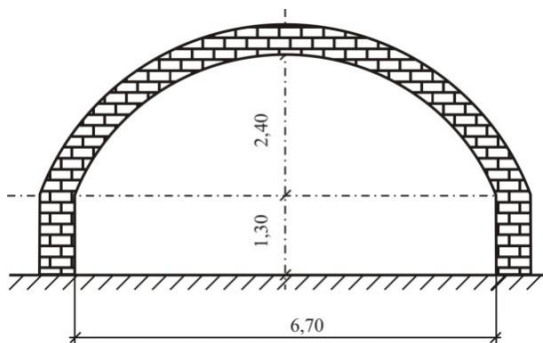


3. ábra. Bejárati boltív



4. ábra. Bejárati boltív, erőhatásai és méretei

Az oldalsó falak homokkőből készültek, ezek a falak a ház alapjául is szolgáltak és tartják a kialakított boltívet is. A homokkő növeli a fal szilárdságát. A dongaboltozat szegmensíves (5. ábra).



5. ábra. A szegmensíves pinceboltozat, méretei



6. ábra. A borospince téglalépcsői

A bejárati lépcső égetett téglából készült, a legutóbbi felújítás alkalmával a téglákat kicserélték. Ez jól illusztrálja a téglafal és téglalépcső közötti szinkülönbség is (6. ábra). A bejárati ajtó, valamint a belső rács újonnan készült, nincs kultúrtörténeti jelentőségük (4. és 6. ábra). A borospince hőmérséklete 8–15 °C, mely a kinti hőmérséklet függvényében változik. Szellőztetése az ajtón keresztül történik, a helyiség nincs ellátva külön kiépített szellőztető rendszerrel.

A nedvességtartalom az átalakított Darcy-törvény segítségével határozható meg [6].

$$Q = k \cdot \frac{h}{d} \cdot A \cdot t, \quad (1)$$

ahol

Q – az áteresztett vízmennyiség, m^3 ,

A – a próbatest keresztmetszeti területe, m^2 ,

t – a szivárgás időtartama, s,

h – a nyomást előidéző vízoszlop magassága, m,

d – a szivárgási hossz (a próbatest vastagsága) m,

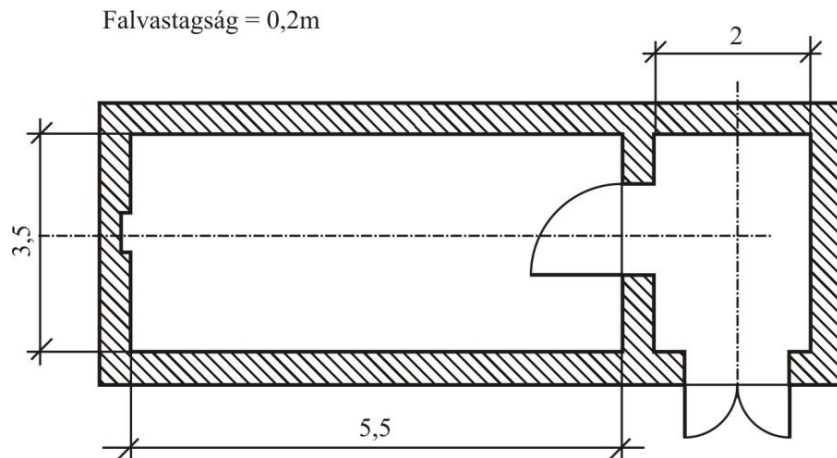
$i = \frac{h}{d}$ – hidraulikus gradiens,

$k = \frac{Q}{i \cdot A \cdot t}$ – az áteresztési együttható, m/s.

Mivel a pince csak a padlón és az oldalsó falakon keresztül kaphat nedvességet, az áteresztett vízmennyiség minimális, a nyomást előidéző vízoszlop magassága (h) a nulla felé tart, így az áteresztett vízmennyiség is minimális. A borospincéről készített fényképek is ezt igazolják.

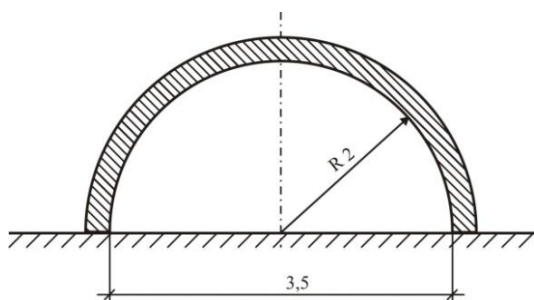
4. Az alsó parókiái borospince

A borospince itt is a lakóépület alatt helyezkedik el. Az alsó parókiái borospince nemcsak méretében különbözik az első pincétől, hanem a helyiségek elhelyezése szempontjából is. Ez a felépítés jellemző a településen levő más borospincékre is. A borospince belső terének mérete $19,25 m^2$. A bejárás egy oldalsó előtérből indul és a nagyobbik pincehelyiség ennek oldalához csatlakozik. A két helyiséget ajtó választja el egymástól (7. ábra).



7. ábra. Az alsó parókiái borospince alaprajza

A borospince dongaboltozatú, félkörös boltozattal. A boltozat egyenesen a padlószintre támaszkodik (8. ábra). A falazat vegyes, égetet téglából és homokkőből épült (9. ábra).



8. ábra. A borospince félkörös boltozata, méretei



9. ábra. Az alsó parókiai borospince belseje

A falazat kötőanyaga homok és mész keveréke. A lépcső anyaga keményfa, mely egyenlőtlenül van megmunkálva, a kopása minimális (**10. ábra**). Az ajtó kerete is ugyanabból a keményfából készült, akárcsak a lépcső. Az ajtók padlódeszkából készültek, kovácsolt acéllemez vasalással (**11. ábra**).



10. ábra. A pince bejárata



11. ábra. Az ajtó vasalása

A nedvességtartalom ebben a pincében is minimális. A borospince szellőztetését az ajtó feletti 15 cm x 15 cm-es nyílás biztosítja (**10. ábra**). Ezt a megoldást használták a település minden borospincéjénél.

5. Következtetések

A borosbocsárdi borospincék jellegzetessége, hogy a lakóházak alatt helyezkednek el. Építőanyagként égetett téglát és homokkövet, kötőanyagként homokot és meszet használtak. Az ajtók keretei kézi szerszámmal megmunkált keményfagerendákból készültek. Az ajtó feletti nyílást használták a borospince szellőztetéséhez. Erdélyi-hegyalja jellegzetes borospincéit építészeti szempontból a

borosbocsárdi pincetípus képviseli. Ettől eltérő borospincével csak egy helyen, Celnán találkoztunk, ahol Teleki György borospincéje nem az épület alatt, hanem a dombba vájva volt kialakítva.

A borospincék kulturális és gazdasági fenntarthatósága érdekében a tárgyalt típus esetében (felszínközeli boltozott borospince) sajátos (turisztikai) területfejlesztési terv kidolgozása szükséges.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az Erdélyi Múzeum-Egyesület keretében a *Megmaradt borpincék felépítése és lehetséges hasznosítása Erdélyben* című 828.4.1–6/1093/BGA 2012-es kutatási projekt támogatásával készült.

Irodalom

- [1] Janky Ferenc – Kérey Csilla: *Borospincék*. CSER Kiadó, Budapest, 2011.
- [2] Jancis Robinson: *Winecourse*. BBC Worldwine Ltd., London, 2003.
- [3] Paládi Kovács Attila: *Magyar Néprajz. Gazdálkodás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.
- [4] Krizsán Imola – Szabó Bálint – Takács Enikő: *Többnemzetiségű régiók népi építészeté*. Utilitas Könyvkiadó, Kolozsvár, 2009.
- [5] Csávossy György: *Jó boroknak szép hazája, Erdély*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2002.
- [6] Balázs L. György: *Építőanyagok. I. Az építész és az építőmérnök-képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése*. 2004.

Talpas János egyetemi tanársegéd

Kolozsvár, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar

Telefon: +40-74-565-6023

E-mail: talpasjanos@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

EGYHÁZI INGATLANOK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI A MÁRIA-ZARÁNDOKÚT ÉSZAKKELET-KOLOZS MEGYEI SZAKASZÁN

TALPAS János, ORBÁN György, MÁRTON László

Abstract

This paper presents the inventory of the real estate patrimony, and the possibility to use of the property of the Roman-Catholic church of archdiocese of Alba Iulia, in the case of some villages in the north-eastern part of Cluj country. The possibility of use is linked with the development of the Maria pilgrimage route, and the revealing the local technical and cultural heritage. The properties documented in such way have the possibility to be used in small villages to.

Key words:

Architecture, Property-management, pilgrimage road, technical heritage

Összefoglalás

A római katolikus erdélyi főegyházmegye ingatlanvagyonának felmérését és hasznosítási lehetőségeit ismerteti jelen dolgozat, egyes Észak-Kolozs megyei települések esetében. A hasznosítási lehetőség a Mária zarándokút kiépítésével és a helyi technikai és szellemi örökség feltárásával egybekötött. Az így feltárt egyházi ingatlanok akár kis falvakban is hasznosíthatók.

Kulcsszavak:

Építészet, ingatlanhasznosítás, zarándokút, technikai örökség

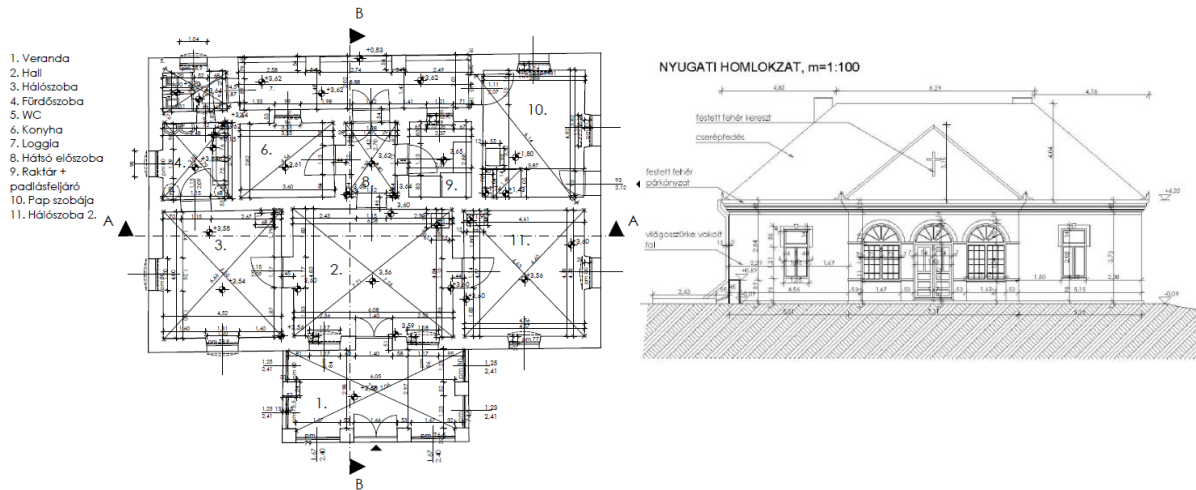
1. Bevezetés

A római katolikus erdélyi egyházmegye ingatlanjainak összesített nyilvántartásba vétele 2010 őszén kezdődött. 2012 júniusában a Budapesti Műszaki Egyetem, az Erdélyi Múzeum-Egyesület és a Kolozsvári Műszaki Egyetem szervezésében sor került a római katolikus egyházi épületek: templomok és plébániák felmérésére Kide, Bonchida, Szamosújvár, Szék, Kolozs, Katona, Mócs és Nagysármás településeken. Az épületfelméréssel párhuzamosan a települések között a Mária zarándokút turistajelzésének kifestése is megtörtént több mint 180 km hosszúságban. A technikai és szellemi örökség feltárása is megkezdődött Kide településsel.

2. Felmérések

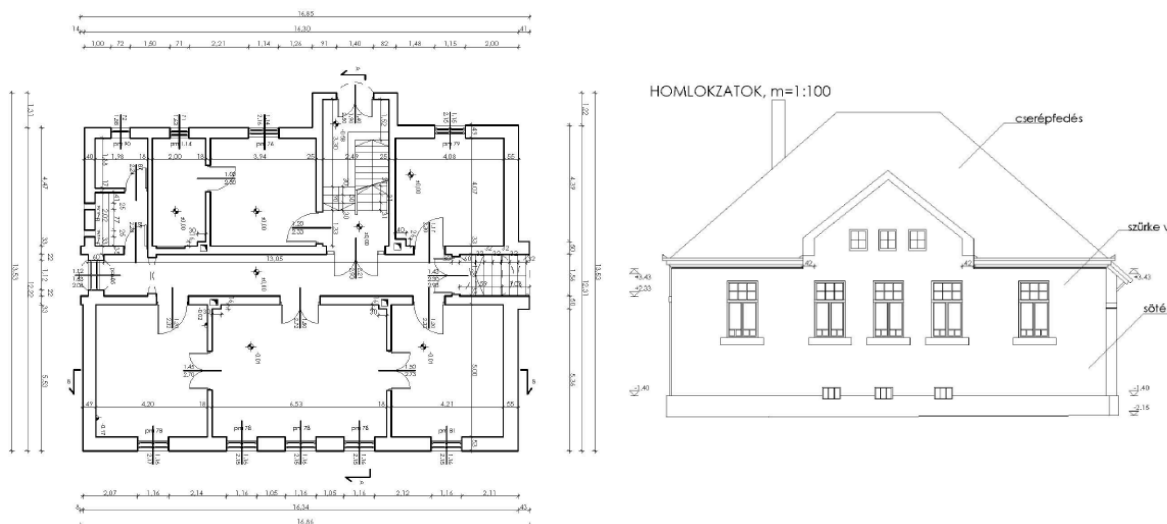
Az épületek építészeti felmérése az alapja a lehetséges hasznosításnak. Ugyanide tartozik a jelenlegi funkció dokumentálása és az épületek állapotának leírása. A kidei plébániát, jelenleg Szamosújvárról

látják el. Az épület részlegesen alapincézett, földszintes, beépíthető padlással rendelkezik. Mint plébánosi lakást az egyház különböző táborok lebonyolítására használja. Így kb. 20 főt lehet itt elszállásolni. Az épület állaga az időszakos és ritka használat miatt megromlott. A komfort-követelmények sok kívánnivalót hagynak maguk után.



1. ábra. A kidei plébánia felmérési rajzai

A mócsi plébániát jelenleg Kolozsról látják el. A helyi katolikus közösség lélekszáma 20 fő alá csökkent. Az épület részlegesen alapincézett, tágas, magasföldszintes, beépíthető tetőtérrel rendelkező épület, jelenleg elhagyott és használaton kívüli állapotban. Állaga leromlott, főként ami a burkolatokat illeti, és felújításra szorul. A komfort nem biztosított, elszállásolásra jelen állapotában nem alkalmas.



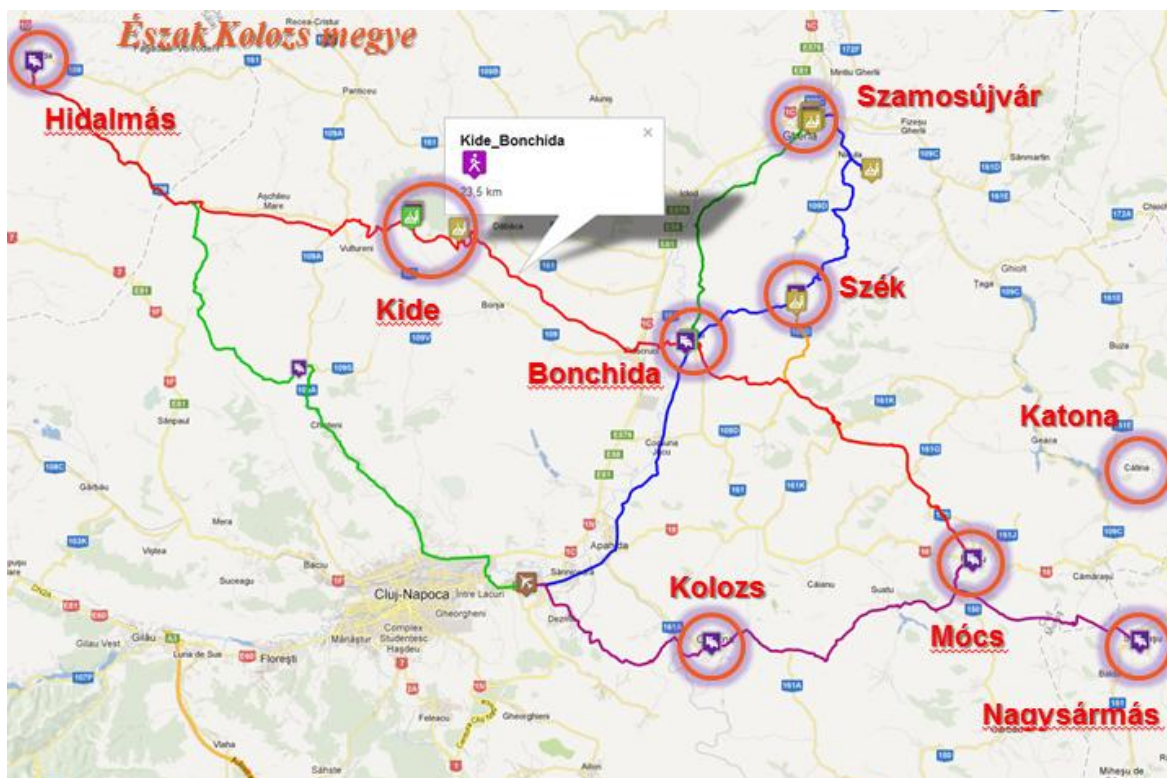
2. ábra. A mócsi plébánia felmérési rajzai

3. Hasznosítási lehetőség: Mária-út

A Mária-út a Santiago de Compostellába vezető nagy nyugat-európai Szent Jakab-zarándokút példájához hasonlóan a kulturális és spirituális fogantatású, vagy csak egyszerűen a kirándulni vágyók útvonala is. Így határozta meg a kelet-európai Mária kultusz zarándokhelyeit összekötő úthálózatot a Mária Út egyesület. A Mariazellt Csíksomlyóval és Czestochowát Medjugorjével összekötő zarándokút erdélyi szakaszának végcélja Csíksomlyó. A legtöbb helység, ahol áthalad, kiaknázatlan értékekkel rendelkezik, melyek feltárása és ismertté tétele motivációt nyújt a felkeresésükre. A zarándokok vagy turisták, akik saját indíttatásból útra kelnek a Mária-úton céljuk eléréséig, felkeresik az útvonalon levő településeket. A helyi értékek megfogalmazásán és bemutatásán kívül szükséges számukra az út kijelölése és az elszállásolás biztosítása. A különböző szolgáltatások felkínálása, mint az elszállásolás és esetleg étkezés, jelentheti az épülethasznosítás alapját. A helységek számára a zarándok- és turista-forgalom növekedése jelent vélhetően gazdasági és erkölcsi gyarapodást, hozzájárulva a szórvány közösségek identitásának fenntartásához is.

4. Az útvonal

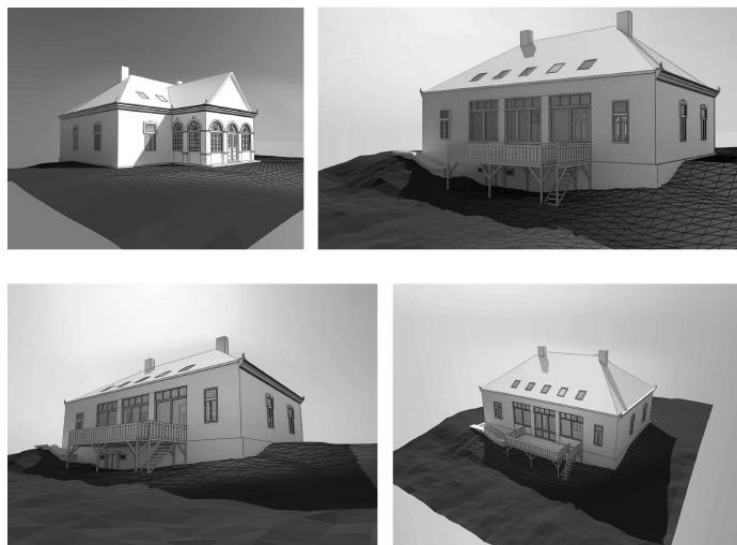
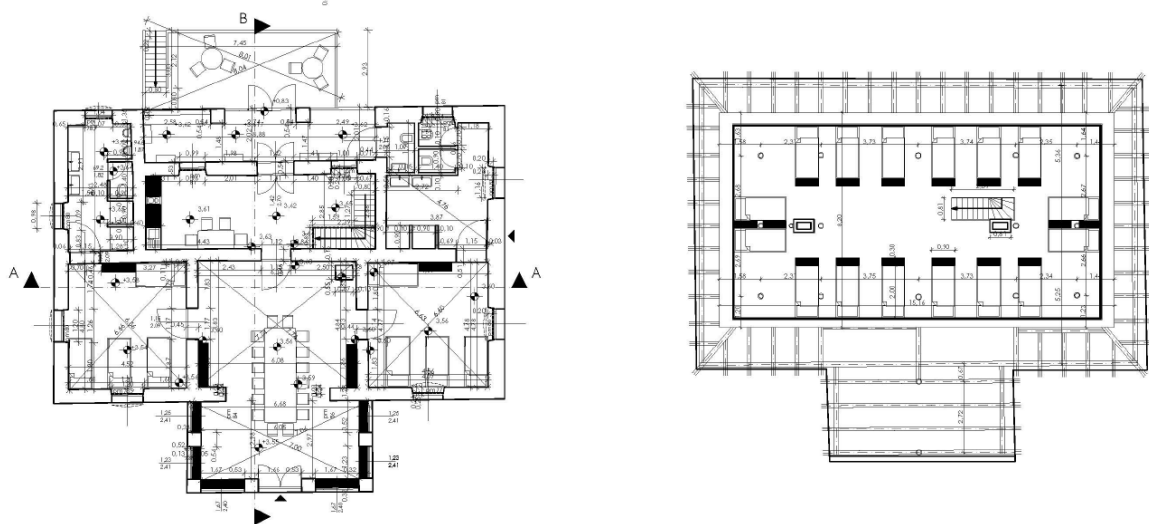
A turistajelzéssel ellátott, kerékpárral is járható útvonal földúton halad. A gyalogos zarándokokra tekintettel a szálláshelyek egymástól maximum 30 km-es távolságra helyezkednek el, ami egynapi járóföldnek felel meg. Kolozs megye északi részén az útvonal és a szállásnyújtásra alkalmas települések: Kide, Bonchida, Szék, Szamosújvár, Kolozs, Mócs, Nagysármás, így itt mutatkozik igény szálláshely kialakítására.



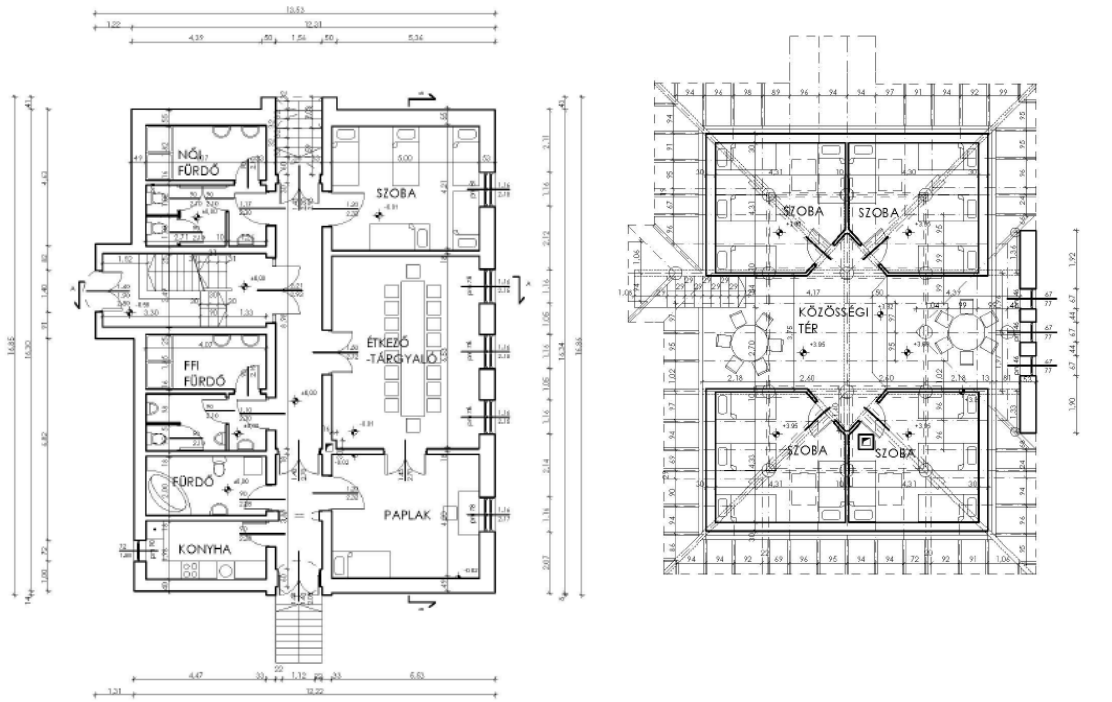
3. ábra. A Mária-út hálózata Észak-Kolozs megyében

4. Zarándokház

Az ingatlanhasznosítás ezen célja a speciális követelményeknek megfelelő, vendéglátásra is alkalmas épület átalakítás. A használaton kívüli vagy csak időszakosan használt épületek így meghatározott funkciót kapnának. A visszafordíthatóság miatt természetesen meg kell őrizni a zarándokszállás funkció mellett a plébánosi lakást is. Amíg a plébánia betöltetlen, és így nincs ki az épületet nap mint nap belakja, gondnoklakás címen a plébánosi lakás kiadható azon feltétellel, hogy az épület karbantartását elvégezze, és a zarándokok elszállásolásáról gondoskodik. A használat és karbantartás miatt az épület állapota fenntartható, és a kihasználás által megőrizheti és növelheti értékét. A minimális funkcionális követelmények (30 fő részére): szállás: két nagy hálóterem, zuhanyzók (4) és mellékhelyiségek (4), egyéni szobák igényesebb utazók számára, saját fürdőszobával; szolgáltatások: étkezőterem – saját kiszolgálás vagy ellátás, mosókonyha és szárító; adminisztráció: a fogadásra alkalmas iroda, ruha- és csomagtároló. Ezek alapján a kidei és mócsi plébániaépületek lehetséges hasznosításai, tetőbeépítéssel:

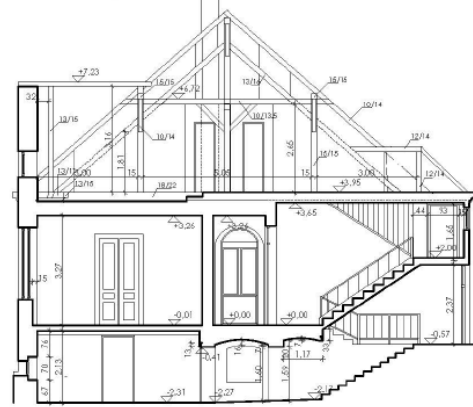


4. ábra. A kidei plébánia tervezett hasznosítása



HOSSZMETSZET, m=1:100

KERESZTMETSZET, m=1:100



4. ábra. A mócsi plébánia tervezett hasznosítása

5. Technikai és szellemi örökség

A lakó- és szállásnyújtásra alkalmas épületeken túl a templomok önmagukban is, de főként a bennük rejlő technikai, illetve hozzájuk tartozó szellemi örökség révén hasznosíthatók. A helyi értékek kiemelése és bemutatása motivációt nyújt a felkeresésükhöz, ugyanakkor biztosítja az értékek megőrzését is. A műemléki és technikai örökség a kulturális érdeklődés miatt zárandokolókat, míg a szellemi-spirituális az elmélyült hitbéli zárandokokat vonzza. Kidében kimagasló értéket képvisel a négy templom és a tájház. Bonchidán a szellemi örökség biztosítja a vonzerőt, ugyanis a plébánián volt Pál József hitvalló plébános kényszerlakhelye az 1950-es évek elején, illetve Szamosújváron a

ferences rendházban élt ugyancsak kényszerlakhelyen Otto Canisius Farrenkopf SJ jezsuita atya, hitvalló.

6. Következtetések, hasznosítási lehetőségek

A fenti helységekben levő templomok, ingatlanok ily módon megóvhatók a pusztulástól, és hasznosíthatók. Kis települések esetében az ingatlanhasznosításnak ez a formája új értéket teremthet a Mária-út által.

Köszönetnyilvánítás - Acknowledgment

This paper was supported by the project "Improvement of the doctoral studies quality in engineering science for development of the knowledge based society-QDOC" contract no. POSDRU/107/1.5/S/78534, project co-funded by the European Social Fund through the Sectorial Operational Program Human Resources 2007-2013.

Irodalom

- [1] JAKUBINYI György: *A Szentek nyomában Erdélyben*. 3. átdolgozott, javított kiadás. Verbum, Kolozsvár, 2009
- [2] LESTYÁN Ferenc: *Megszentelt kövek*. Gloria Kiadó, Kolozsvár, 2000.
- [3] <http://mariaut.hu/maria-ut/> (2013. 01. 05)
- [4] Budapesti Műszaki Egyetem, Építészettörténeti és Műemléki Tanszék – Mezős Tamás, Starowicz Annamária, Orbán György és egyetemi hallgatók: *Diákok nyári felmérő és tervező gyakorlata: Mária-út – plébániák és templomok felmérése és tervezése*. Archív tervek, Budapest, 2012.

Talpas János egyetemi tanársegéd

Babeş -Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Telefon: +40-74-5656023

E-mail: talpasjanos@gmail.com

Orbán György építész

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Telefon: +40-735-229092

E-mail: orban.gyorgy@gmail.com

Márton László mb. külső munkatárs, E-mail: martonlb@yahoo.com

Erdélyi Múzeum-Egyesület Kutatóintézete, Telefon / Fax: +40-264-595176



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

RAKTÁRBŐVÍTÉSI LEHETŐSÉG KIVÁLASZTÁSÁNAK DÖNTÉSI MÓDSZERE

TAMÁS Péter , ILLÉS Béla, FEKETE Dávid

Abstract

In this paper is introduced a decision making method for selection of manufacturing company's optimal warehousing expansion possibility. The paper outlines main alternatives of the warehousing expansion and the logistics indicators for the comparison of the main alternatives. The elaborated method can be suitable for the selection of main alternatives so, which ones is given in the case of the paper (for example: a main alternative is the expansion of the central warehousing and it's alternatives are the different warehouse formations). The adequate warehousing expansion possibility's selection is happened with weighting method.

Key words: logistics, warehouse, decision method

Összefoglalás:

A dolgozatban ismertetésre kerül egy olyan döntési módszer mely alkalmas termelő vállalatok megnövekedett tárolási kapacitás igénye esetén az optimális bővítési lehetőség kiválasztására. Bemutatásra kerülnek a lehetséges raktárbővítési főváltozatok, valamint azon logisztikai mutatók melyek segítségével a feltárt főváltozatok összehasonlíthatók. A kidolgozott módszer alkalmas lehet a főváltozatok kiválasztására (pl. egy főváltozat a központi raktár bővítése, melynek alternatívái a különböző raktári kialakítások) is, a dolgozat jelen esetben ezeket adottnak tekinti. A megfelelő kapacitás-bővítési főváltozat kiválasztása súlyozásos módszer alapján történik.

Kulcsszavak: logisztika, raktár, döntési módszer

1. Bevezetés

Napjainkban a vevők által igényelt késztermék-féleségek számának növekedése kihatással van a termelő vállalatok tárolási kapacitás szükségletre. Továbbá a vevők rendelési átfutási idejének csökkentése érdekében hozott intézkedések (pl. új raktárak létrehozása) is a kapacitás szükséglet növekedésének irányába hatnak. A Miskolci Egyetem, Anyagozgatási és Logisztikai Tanszékén az elmúlt években több K+F kutatási projekt is foglalkozott a megfelelő tárolási kapacitás növelési lehetőség kiválasztásával [1, 2]. Ezen kutatások kapcsán szerzett ismereteket foglalja össze a dolgozat. A megnövekedett raktárkapacitás szükséglet kielégítésére az alábbi három főváltozat jelenthet megoldást:

- ▶ **1. változat: központi raktár tárolási kapacitásának bővítése;**
- ▶ **2. változat: új berraktár bérlése;**
- ▶ **3. változat: egy nagyobb méretű raktár igénybe vétele.**

A dolgozat a terjedelmi korlátok miatt nem foglalkozik az 1- 3 főváltozatok lehetséges alternatíváinak vizsgálatával, vagyis *1. változat esetén*, milyen raktározási rendszer és hogyan kerüljön kialakításra; *2. változat esetén* mely bérraktár kerüljön kiválasztásra; a *3. változat esetén* mely raktárak készletei legyenek elhelyezve egy nagyobb méretű raktárba.

Csupán a már kiválasztott főváltozatok értékelésére és ezek közül a leginkább megfelelő kiválasztására törekedtünk. Azért is céloztuk meg ezt a feladatot, mivel a főváltozatokon belüli alternatívák hasonló jelegűek, így kiválasztásuk is egyszerűbb, tehát a probléma leginkább az eltérő változatok értékelésére helyeződik át.

2. Dolgozat célkitűzése

A dolgozatban célként jelöltük meg a jövőbeni tárolási kapacitás hiányok megszüntetésének leginkább megfelelő főváltozat kiválasztását. A kiválasztásra szolgáló módszer az egy központi raktárral, illetve a központi- és elosztó raktárakkal is rendelkező vállalatok esetén is alkalmazható. Továbbá meghatározzuk a raktározási- és az ahhoz kapcsolódó szállítási tevékenységek értékelésére szolgáló logisztikai mutatók halmazát. A mutatók célfüggvény komponensként történő alkalmazása érdekében normalizálni kell értékeiket, melynek algoritmusát is kidolgoztuk. Végül a normalizált célfüggvény komponensek vállalati fontosság alapján történő súlyozásával kialakítható az összes változat értékelésére szolgáló célfüggvény.

3. Tárolási kapacitás bővítés mértékének meghatározása

A kapacitás bővítés mértékének meghatározásához ismerni kell a készletszintek jelenlegi (történeti adatok felhasználásával) és jövőbeni alakulását (előrejelzések alapján), valamint a rendelkezésre álló raktári kapacitásokat valamennyi főváltozat esetén.

A kidolgozott modell feltételezi:

- a bérraktározási rendszer optimálisan van kialakítva, vagyis ennek a kapacitása nem növelhető (pl. új raktározási rendszer bevezetésével), illetve a kiszolgált vevők sem láthatóak el jobb pozícióból;
- a vizsgált raktárak tárhelyeiben nemcsak teljes-, hanem megbontott ER- ok is vannak (kommissiózás miatt);
- a tárhelyekben egy ERKE- n csak egyféle termék lehet.

A fentiek figyelembevételével az 1-3. főváltozatok esetén a kapacitásbővítés mértéke a [3] irodalom alapján kerül meghatározásra. A 3. főváltozat esetén elkerülhető a központi raktár bővítése, amely különösen akkor lehet indokolt, ha nem áll rendelkezésre elegendő pénzügyi forrás a beruházáshoz, valamint a központi raktár megszüntetésével a felszabaduló hely más, esetleg a vállalati árbevételt is növelő célra használható fel.

4. Értékelésre szolgáló logisztikai mutatók

A főváltozatok összehasonlítása érdekében szükséges meghatározni főváltozatonként a teljes elosztási rendszer költségét, az anyagmozgatási munkát, valamint a teljesítőképesség és kiszolgálási

színvonal (szubjektív tényező) mutatókat. A logisztikai mutatók meghatározásának módszere az [3] irodalomban kerül ismertetésre.

5. Döntési módszer ismertetése

A 4. fejezetben feltárt logisztikai jellemzők egyes típusainál a lehető legnagyobb érték elérése a cél (pl.: szolgáltatási színvonal), ugyanakkor vannak olyan esetek is, amikor az a kedvező, ha minél kisebb értékeket (pl.: fajlagos tárolási kgt, anyagmozgatási munka, kommissiózási, be- és kitarolási teljesítőképesség) kapunk. A módszer alkalmazása érdekében a célfüggvény komponenseket normalizálni, majd az egységes kezelhetőség érdekében transzformálni kell. Esetünkben célként a vizsgált komponensek minimalizálását jelöltük meg.

Minimalizálandó célfüggvény komponensek normalizálása:

- ▶ meghatározzuk minimalizálandó logisztikai jellemzők középértékét;
- ▶ a minimum érték és a középérték, valamint a maximum érték és a középérték közötti részt 5-5 intervallumra osztjuk;
- ▶ a vizsgált változatok értékeit a kapott skála segítségével pontozzuk (1-10 pont);
- ▶ minél kisebb értéket kap a vizsgált komponens annál kedvezőbb értéke adódik a célfüggvénynek is.

Maximalizálandó célfüggvény komponensek normalizálása:

- ▶ vesszük a maximalizálandó logisztikai jellemzők középértékét;
- ▶ a minimum érték és a középérték, valamint a maximum érték és a középérték közötti részt 5-5 intervallumra osztjuk;
- ▶ a vizsgált változatok értékeit a kapott skála segítségével pontozzuk (1-10 pont);
- ▶ egységes kezelhetőség érdekében a maximalizálandó célfüggvények transzformációját el kell végezni (11-ből kivonva minimalizálandó célfüggvény komponenssé alakul át);
- ▶ a transzformáció után elérhető, hogy a maximalizálandó célfüggvény komponenseknél is a cél a lehető legkisebb érték elérése lesz.

Optimalizálás célfüggvénye:

Az 1. célfüggvény a normalizált logisztikai jellemzők súlyozásával meghatározza minden egyes változat értékét, majd ebből a legkisebb értékű kerül kiválasztásra.

$$X = \text{Min}_i \sum_{j=1}^p \delta_j * Y_{ij} \quad 0 \leq \delta_j \leq 1 \quad \sum_{j=1}^p \delta_j = 1, \quad (1)$$

ahol i a vizsgált változat; j az értékelt célfüggvény komponens; δ_j a célfüggvény komponens súlya;

Y a normalizált célfüggvény komponens.

6. Következtetések/összefoglaló

A dolgozatban bemutatásra került egy olyan döntési módszer mely alkalmas termelő vállalatok megnövekedett tárolási kapacitás igénye esetén az optimális bővítési lehetőség kiválasztására. Továbbá ismertetésre kerültek a lehetséges raktárbővítési főváltzatok, valamint azon logisztikai mutatók melyek segítségével a feltárt főváltzatok összehasonlíthatók. A megfelelő kapacitás-bővítési főváltzat kiválasztása súlyozásos módszer alapján történik. Az alkalmazott döntési módszer számos logisztikai probléma esetén alkalmazható pl. beszállító kiválasztásnál, kiszervezési döntésnél, stb..

Irodalom

- [1] Dr. Cselényi József, Dr. Tamás Péter, Dr. Illés Béla: A készáru raktározási elosztási rendszer készáru tárolási kapacitás növelési lehetőségeinek vizsgálata, figyelembe véve a késztermék raktározás szezonális hatásait is, Kutatási zárójelentés, 2007.
- [2] Dr. Tamás Péter, Dr. Illés Béla, Skapinyecz Róbert: Raktári kialakítás tervezése a CLAAS Hungaria Kft-nél, Kutatási összefoglaló, Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, 2012.
- [3] Tamás, P., Kovács, Gy., Illés, B.: *Optimális készáru raktárbővítési lehetőség kiválasztásának matematikai módszere*, microCAD 2008, International Scientific Conference, Miskolc, 20-21 March 2008, pp. 91-98.
- [4] Tamás P., Dr. Cselényi J. : Termelő vállalatok készáru raktározásának teljes-, illetve részleges outsourcingba adására vonatkozó döntési modell és módszer ismertetése, Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2007

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

Dr. Tamás Péter, egyetemi adjunktus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36-70-4095713

E-mail: alttpeti@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ÁLLKAPOCSCSONT 3D ANALÍZISE

TERDIK Andrew Attila, BOGNÁR Eszter, PATONAY Lajos

Abstract

Be it into vertebrae, the oral cavity, or the hip joint, surgeons inserting implants into hard, skeletal body parts need to understand the mechanical properties of dense cortical bone and spongy trabecular bone. Anchoring artificial materials into bone creates a clear need for better modeling of human bone properties so as to match implants to patients' with minimal mechanical strain and optimal implant survival. This research focuses on measuring the mechanical properties of bone in the human mandible. In many articles in the literature typical values of finite elements of jaw bones are measured, on the basis of which deductions are made for load-bearing strength, while others perform mechanical tests on cross-sections of mandible and extrapolate these to the whole bone. Publications which analyse the intact mandible are extremely rare. A freshly-frozen mandible was scanned at 0.1mm intervals with the help of a high-resolution YXILON Y.CT Modular computer-tomography scanner, in three orthogonal directions, x, y, and z. The pictures thus obtained, 3 times 500 images per mandible, were analysed using software on the basis of greyness levels. With this it was possible to establish which percentage of total bone mass was structurally effective and which took no part in load-bearing.

Keywords:

mandible, bone density, image analysis

Összefoglalás

Napjainkban kiemelt kutatási terület a csont belső szerkezete és mechanikai viselkedése. Több cikkben mérik az állkapocscsont bizonyos részegységeinek jellemző méreteit és ezek alapján vonnak le következtetéseket a terhelhetőségre, míg mások mandibula metszeteken végeztek mechanikai vizsgálatokat és ezeket terjesztik ki a teljes csonttra. Rendkívül kevés az olyan publikáció, amelyben a teljes mandibulát elemzik. Kísérleti munkánk arra irányult, hogy emberi állkapocscsontokban meghatározzuk a kortikális és a szivacsos csontállomány arányát, mennyiségét. Méréseinkhez nagy-pontosságú CT szkennert (YXILON Y.CT Modular) használtunk. A CT metszeti képek három egymásra merőleges irányban (x, y, z) készültek, 0.1 mm-es rétegvastagsággal. Az így létrejött képeket, csontonként megközelítően 3×500 darabot egy szoftver segítségével elemeztünk azok szürkeségi szintje alapján. Ezzel ismertté válik, hogy a teljes állkapocscsont hány százaléka pórus és mennyi, amely csontszövet.

Kulcsszavak:

állkapocscsont, csontsűrűség, képelemzés

1. Bevezetés

Az implantátumok és az emberi szövetek kapcsolata már régóta foglalkoztatja nemzetközi szinten a kutatókat. Az implantátumok teherviselésének és élettartamának növelése érdekében kiemelten fontos a csont belső szerkezetének és mechanikai viselkedésének megértése, kutatása. A CT segítségével kinyerhető információk hasznosítására többen tettek kísérletet. Katsumata munkatársaival Cone-Beam CT (CBCT) segítségével készített felvételek elemzésével igyekezett megválaszolni azt a kérdést, hogy milyen mérési hibákat okoz a vizsgált térfogaton kívüli szövetek jelenléte a vizsgált területen belüli

sűrűség értékekben [1]. Kaki és munkatársai által végzett kutatás a kortikális csontszövet térbeli eloszlására koncentrált aszimmetrikus állkapocscsontokban. Méréseiket kvantitatív CT (QCT) segítségével végezték [2]. Uchimaya csoportja összefüggést talált a csont ásványi sűrűsége (BMD) és a rugalmassági modulus között, azonban a szerkezeti felépítés és a rugalmassági modulus között már nem fedeztek fel egyértelmű kapcsolatot, amit a mérési pontatlanság okozta hibának tudtak be [3]. Bilhan és munkatársai csontsűrűséget mérték CT-vel és hagyományos módszerekkel és ellentmondásba ütköztek, ugyanis a két mérési eredmény nem volt összeegyeztethető [4]. Stoppie és kollégái hasonló kétségeket támasztottak a CT által meghatározott csontsűrűségi értékeket megbízhatóságát illetően. Az állkapocscsont CT vizsgálatából meghatározott Hounsfield számot összevetették ugyanazon minták rugalmassági modulusával (amelyet nyomóvizsgálattal határoztak meg) és a csont ásványi sűrűség értékével, ez utóbbit röntgen elnyelődéssel mérték. A Hounsfield egység (HU) alapján megállapított sűrűség jelentősen csökkent a kortikális csont vastagságának növekedésével. Ezek alapján az állkapocscsont nem modellezhető homogén csontként [5].

A felsorolt tanulmányok komoly kétségeket támasztanak a Hounsfield egység, mint a csontsűrűség mutatójának megbízhatóságával szemben. A csontot kompozit anyagként tekintve a Hounsfield egység nem ad elegendő információt a belső szerkezetre vonatkozóan, ugyanis a szivacsos és a kortikális csont sűrűségében egymástól eltér. Továbbá a szivacsos csontállományban önmagában is változik a sűrűsége, így tisztán radiológiai adatok alapján nem lehet megmondani a két csonttípus pontos arányát. Éppen ezért kísérleti munkánk arra irányult, hogy emberi állkapocscsontokban meghatározzuk a kortikális és a szivacsos csontállomány arányát, mennyiségét.

2. Kísérleti munka

A kísérletekben felhasznált állkapocscsontok az elhunytakból történő eltávolítást követően azonnal lefagyasztásra kerültek a Semmelweis Egyetemen (Budapest). Ebben az állapotban történt a szállítás a Győri Egyetemre ahol egy nagy-pontosságú CT szkennert (YXILON Y.CT Modular) használtunk. A szkenneléskor az állkapocscsontot a röntgensugárforrás és a foszfor képernyő közé helyeztük. A CT metszeti képek három egymásra merőleges irányban (x, y, z) készültek, 0.1 mm-es rétegvastagsággal, BMP (bitmap) formátumban.

Az állkapocscsont CT metszeteit ábrázoló képeken el kell különíteni a lágy, a vizsgálat tárgyát nem képező szöveteket. Ezt követően a szivacsos állományban lévő üregek mennyiségét kell meghatározni, valamint az állkapocscsont metszet valódi külső körvonalát. Ezt a két információt kiegészítve egy elemi CT szelet vastagságával már meghatározható az állkapocscsont teljes térfogata és az abban található csont mennyisége. Mivel a rétegszám növelésével (és a rétegvastagság csökkenésével) folyamatosan javul a térfogatmeghatározás pontossága, így egy megfelelően kisméretű rétegvastagságot választottunk (0,1 mm), de ez több száz darab réteget jelent, amelynek feldolgozása már szoftver alapú automatizálást igényel. A feladatot ellátó, erre a célra írt program a következő működési lépéseket hajtja végre (1. ábra):

1. lépés: a 8 bites szürkeárnyaltos képen az állkapocscsont körvonalának meghatározása a szürkeségi szint alapján (1. ábra felső kép).

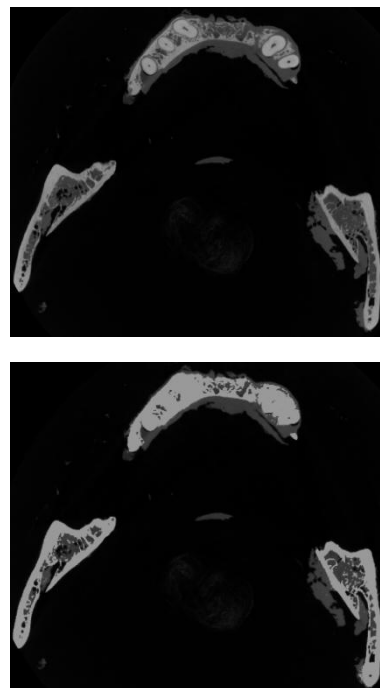
2. lépés: meg kell határozni a csont szivacsos állományának területét, amely sötétebb árnyalattal jelenik meg a felvételeken, mert ezeknek a szöveteknek kisebb a röntgensugárelnyelése, azonban a szivacsos állományt nem folytonosan veszi körbe az elsődleges körvonal meghatározás alapját képező világos árnyalatú, kortikális csont. Így előállhat olyan eset, amikor az első lépés eredménye egy nyitott csontkeresztmetszet, amelyet a folytatáshoz be kell zárni (1. ábra alsó kép), máskülönben a csonton belüli, sötét árnyalatú szivacsos állományt kizárja a program az elemzésből. A csont körvonalának bezárása bonyolult feladat és nagyban meghatározza a módszer pontosságát. Ezért el kell dönteni minden egyes képpontról, hogy az az állkapocs körvonalán belül van-e vagy kívül. A program ennek eldöntésére minden egyes pixelből 16 vonalat indít, sugár irányban egymástól egyenlő szögre. Majd azt vizsgálja, hogy e vonalak közül hány darab ütközik a korábban már megjelölt csont körvonalnak. Amennyiben 14 vonalnál több (ez állítható érték), akkor a program ezt a csonton belüli képpontnak tekinti, ellenkező esetben kizárja az adott képpontot az elemzésből. Az eredmények pontosítása érdekében a program az aktuális szeletet megelőző, korábbi 10 szeleten kialakult körvonalakat rögzíti és ezt a információt felhasználja a nyitott körvonalak megfelelő lezárásához.

3. lépés: végül a meghatározott körvonalon belül megvizsgálja a program a szürkeségi szint alapján, hogy melyik terület tartozik a szivacsos, melyik pedig a kortikális állományhoz.

Problémát okozott, hogy a képpontokból kiinduló vonalak az íves állkapocscsont túlsó oldalába ütköztek, így a program az adott képpontot hamisan tekintette csonton belülinek. Ezért a szoftver a úgy lett módosítva, hogy a pixelekből húzott vonalak hossza limitálható legyen, ezzel kizárva ezt a hibát. Az elemzést követően rendelkezésünkre áll minden egyes szeletre vonatkozóan a csontszelet teljes keresztmetszete és az abban található üreges, lágyabb szövetekkel teli keresztmetszet nagysága. Ezen értékeket beszorozva az elemi rétegek vastagságával, megkapjuk az elemi térfogatokat. A térfogatokat összegezése után pedig a teljes állkapocscsontra vonatkozó térfogat információt kapunk.

2. Eredmények

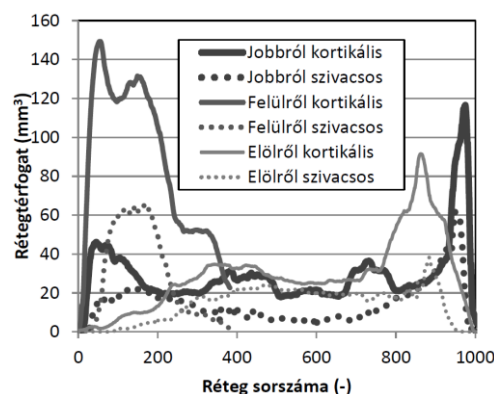
A CT szoftver által becsült csonttérfogat (üreges nélkül) $30,383.8 \text{ mm}^3$. Ez az érték jó összehasonlítási alapot nyújt a rétegekből meghatározott értékek összehasonlításához (2. ábra).



1. ábra A képszeletek feldolgoása

Az előlről történő szeletelés eredménye: teljes térfogat 43 289 mm³, ennek 33,09%-a belső üreg (így a csont térfogata: 28 964 mm³). Felülről készített CT felvételeken a teljes térfogat 43 737 mm³, ebből 24,81% belső üreg (így a csont térfogata: 32 885 mm³). Jobbról végzett szkenneléskor 43 849 mm³ a teljes térfogat és a belső üreges rész 33,19% (így a csont térfogata: 29 297 mm³).

A három különböző irányból mért térfogat kis mértékben (<10%) eltér a Hounsfield-alapú térfogattól. A CT szoftver által adott térfogatérték is tartalmaz hibákat, hiszen a rétegelt adatokra épülő adattárolás jellegzetessége, hogy háromszög alakú felületelemekkel közelíti a valós felületet.



2. ábra A képszeletek feldolgozása

3. Összefoglalás

A CT szeletek elemzésén alapuló csontmennyiség meghatározásból kapott eredmények eltérnek egymástól, attól függően, hogy a CT szeletek milyen irányból készültek (előlről, felülről vagy jobbról). A jobbról és előlről végzett szkennelésből származó adatok közel esnek egymáshoz és emellett az sztereolitográf fájlokat kezelő szoftverből származó eredmény is ezekkel (szóráson belül) egybevágh. A felülről végzett szkennelés eredménye ugrik ki leginkább, bár az eltérés itt is kisebb, mint 10%. Ez valószínűleg az az oka, hogy kevesebb rétegből áll és egy réteg nagyobb felületeket tartalmaz és így nagyobb a hiba valószínűsége, ami kummulálódik.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Barta Zoltánnak, aki elkészítette és folyamatosan javította a szoftvert, Kientzl Imrének a sok segítségért, valamint Kozma Istvánnak az állkapocscsontról készült képekért.

Irodalom

- [1] Tanner, Maiden, Lee et al.: Dental Implants Infections. Clinical Infectious Diseases 1997
- [2] Kaki, Miller, Okano et al.: Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography study. European Journal of Orthodontics 2000
- [3] Uchiyama, Tanizawa, Muramatsu et al.: Three-dimensional microstructural analysis of human trabecular bone in relation to its mechanical properties. Bone 1998
- [4] Bilhan, Arat, Geckili: How Precise Is Dental Volumetric Tomography in the Prediction of Bone Density? International Journal of Dentistry 2012
- [5] Stoppie, Pattijn, Cleynenbreugel et al.: Structural and radiological parameters for the characterization of jawbone. Clinical Oral Implant Research 2005

Terdik Andrew Attila, hallgató

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca, 7. MT épület

Telefon / Fax: (+36) 1463-1366

E-mail: attilat@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A NÖVÉNYTERMESZTÉS GÉPESÍTÉS FEJLESZTÉSÉNEK TENDENCIÁI

TÓTH Réka, DARÓCZI Miklós

Abstract

In agricultural production, machinery has a determining role. In Hungary, after the transition, the purchase of the new machines decreased, beside this, the tenure of the used machines increased, which slowed down modernization. At the same time, agricultural machinery developed intensively in the past few decades. It can be stated, that in agricultural production, mainly up-to-date machines are available for producers. The aim is to utilize these machines efficiently. One method for this efficient utilization is precision farming, which can be defined as utilizing the advantage of machines with higher capacity, growing the efficiency of labor force. Precision farming is not widespread; but it is in a beginning stage in Hungary.

Key words:

agricultural machinery, technical development, function of machinery

Összefoglalás

A mezőgazdasági termelésben a gépesítésnek meghatározó szerepe van. Magyarországon a rendszerváltást követően csökkent az új gépek vásárlása, ezzel együtt nőtt az üzemeltetett gépek használati ideje, gátat képezve a korszerűsítésnek. Ugyanakkor az elmúlt néhány évtizedben a mezőgazdasági gépesítés rohamosan fejlődött. Összességében elmondható, hogy a növénytermesztésben többségében korszerű géppark áll a termelők rendelkezésére. A cél ezen gépek hatékony kihasználása kell, hogy legyen. A hatékony kihasználás egyik módja a precíziós növénytermesztés, mely úgy is felfogható, mint a nagyobb teljesítményű géprendszerek nyújtotta előnyök kihasználása, a munkaerő teljesítményének növelési lehetősége. Hazánk a precíziós növénytermesztés megvalósítása, széleskörű elterjesztése előtt áll.

Kulcsszavak:

mezőgazdasági gépesítés, műszaki fejlődés, gépesítés szerepe

1. Bevezetés (A fejezetek címeit 12 p Times New Roman Bold betűtípussal írja)

A világ minden táján a műszaki fejlesztés szoros kapcsolatban van a nemzetgazdaság, azon belül a mezőgazdaság termelési eredményeivel. Napjainkra a műszaki fejlesztés elemei nem csak egy tényezője a mezőgazdasági erőforrásoknak, hanem egy olyan feltételrendszer, amely nélkül korszerű, hatékony, jövedelmező és versenyképes termelés elengedhetetlen. [6] A különböző szerzők egyetértenek abban, hogy a rendszerváltást követően Magyarországon csökkent az új gépek vásárlása, az üzemeltetett gépek használati ideje nőtt és csökkent a gépek kihasználása is. [4] [6]

A hosszabb idejű használat gátját képezheti a korszerűsítésnek is. A mezőgazdasági gépesítés az elmúlt néhány évtizedben rohamosan fejlődött (K+F), az új eredmények üzemi adaptálása a hatékony,

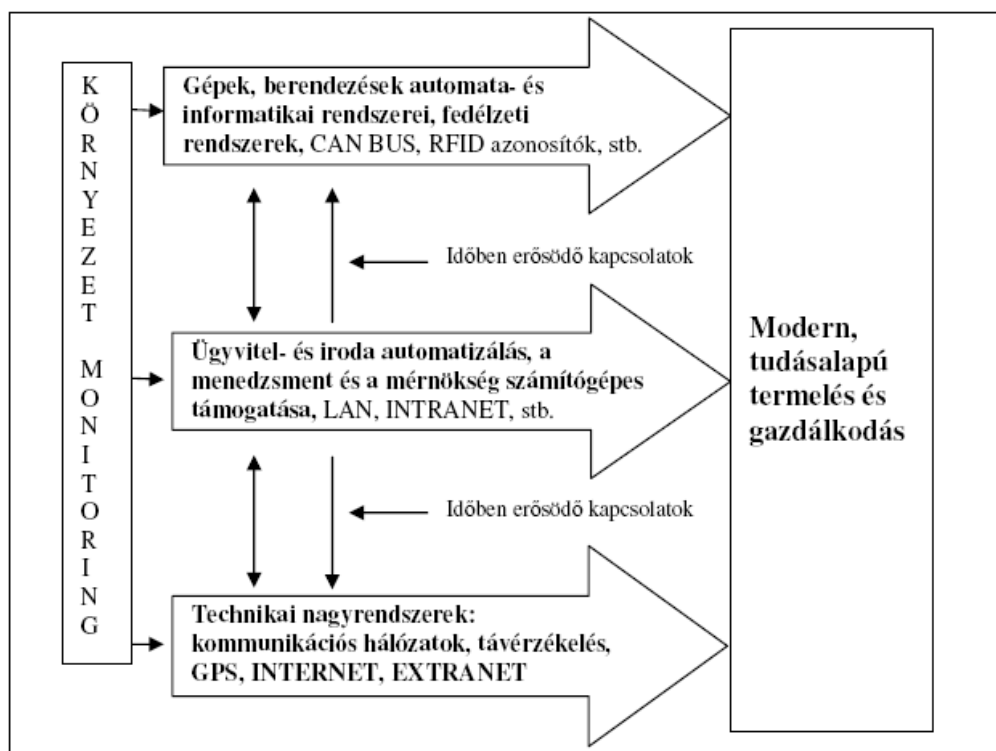
versenyképes termelés egyik kulcsfontosságú területévé vált. Amennyiben a gépek használati ideje az üzemekben jelentősen kitolódik, az nagyban lassítja az új eredmények termelésbe történő bevonását. [5]

2. A gépesítés szerepe, tendenciái a mezőgazdasági növénytermesztésben

Az utóbbi években a mezőgazdasági termelésbe belépő traktorok mintegy fele, a gabonakombájnok vonatkozásában csaknem egésze korszerű konstrukciót képvisel. Ezek a gépek ma már fejlett, mobil mechatronikai rendszerként jelennek meg, ami azt jelenti, hogy a bonyolult funkciókat a mechanikus, hidraulikus, pneumatikus, elektromos, optikai és elektronikai, hálózati működési elvű egységek komplex együttműködése valósítja meg.

Az automatizálás fejlődésének három fő vonulata van. Ezt foglalja össze a 1. ábra. Az automatizálás megjelenik a gépeink, az eszközeink szintjén. Globális szinten a technikai fejlődés következő nagy hullámát éppen az jelenti, hogy az információ- és kommunikációtechnológia egyre erőteljesebben benyomul az eszközeink világába. Például a korszerű traktorok, kombájnok szerves alkotója a mikrokontrolleres adatkommunikációs rendszer (CAN BUS).

Az automatizálás másik nagy vonulata az úgynevezett irodaautomatizálás, de ide tartozik a menedzsment és a mérnöki munka számítógépes támogatása is. A harmadik nagy fejlődési vonulatba az úgynevezett technikai nagyrendszerek sorolhatók. Például ma már egyre természetesebbnek vesszük az internet, illetve a műholdas távérzékelés vagy pozicionálás rendszereinek használatát.



1. ábra: A tágabban vett automatizálás összefüggő fejlődési vonulatai [2]

Amint azt az ábra is szemlélteti a területek kapcsolódása, együttműködése időben egyre erősödik, aminek révén, egyre hatékonyabb komplex rendszerek alakulhatnak ki. Példaképpen éppen a precíziós mezőgazdaság említhető. Mezőgazdaságunk műszaki fejlesztésében az egyik nagy lehetőség éppen az említett három terület különböző célú együttműködésének megteremtésében mutatkozik. [2]

A precíziós növénytermesztés a technikai eszközök fejlesztése eredményeként létrejött új technológiai rendszert jelent, amely a növénytermesztés teljesen gépesített technológiáját egészíti ki a modern informatikai-, térinformatikai-, számítástechnikai-, mérő-ellenőrző berendezésekkel, azokkal egységes rendszert alkotva. Az új és gyorsan fejlődő módszer valójában nagyüzemi tömbösített táblaművelési mód, amely több kistábla egy menetben történő megmunkálását foglalja magában.

A precíziós növénytermesztés akkor valósul meg teljes spektrumában, ha a következő elemek mindegyike kiépül:

- a műholdas navigációval támogatott talajmintavételre alapozott talajvizsgálat;
- a differenciál tápanyag-visszapótlás;
- hozamtérképek készítése;
- precíziós vetés;
- a differenciált növényvédelem. [7]

A precíziós növénytermesztésben táblán belüli eltérő technológia alkalmazásának fontos kelléke a térinformatika – a GPS (Global Positioning Systems) és a GIS (Geographical Informational Systems) alkalmazása – amely az utóbbi időben vonulhatott be a mezőgazdaságba, miután elterjedtek a nagyobb teljesítményű processzorokkal felszerelt és nagy adattároló kapacitással bíró lap-topok. [3]

A precíziós növénytermesztés irányítási rendszere 5 folyamat egységként működik:

- adat felvételezés: a táblára, táblarészekre vonatkozó adatok mérése és rögzítése;
- adatgyűjtés és tárolás: az adott táblára, táblán belüli konkrét helyre vonatkozó adatok összegyűjtése;
- adatfeldolgozás: hasznos információk szolgáltatása a döntéshozatal számára;
- döntéshozatal: egyes műveletekre lebontott részletességgel határozza meg a termesztési technológiát, továbbá a talajművelés, a tápanyag-utánpótlás, a vetés és egyéb műveletek egyes részleteit, együtt a jellemző paraméterekkel és beállítási adatokkal;
- művelet elvégzése: a döntéshozatal eredményének gyakorlati megvalósítása.

Megállapítható, hogy a precíziós növénytermesztés a nagy hatékonyságú technikai eszközök- és technológiai eljárások olyan kombinációja, amely a termelési költségek profitmaximálási szempontú optimalizálását jelentik magas termelési színvonalon. [1]

3. Következtetések / Összefoglaló

Az elmúlt néhány évtizedben a mezőgazdasági gépesítés rohamosan fejlődött. Az utóbbi években a mezőgazdasági termelésben megjelenő traktorok, a gabonakombájnok jelentős hányada korszerű konstrukciót képvisel. Összességében elmondható, hogy a növénytermesztésben többségében korszerű géppark áll a termelők rendelkezésére. Jelen írásunkban bemutatjuk az automatizálás három fő vonulatát, illetve a hatékony kihasználás egyik módját: a precíziós növénytermesztést és műszaki kérdéseit. Hazánk a precíziós növénytermesztés megvalósítása, széleskörű elterjesztése előtt áll.

Irodalom

- [1] Csizmazia Z. – Kovács J. (szerk.): Agrárműszaki jövőkép és szakemberképzés, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen, 2006, 91-106 pp.
- [2] Faust D.: A gépesítésének és a műszaki fejlesztés helyzetének alakulása a mezőgazdaságunkban, In: Az EU-tagság hatása a magyar agrárgazdaságra (MAE-szemmel), Magyar Agrártudományi Egyesület, Budapest, 2008, 66-79. pp.
- [3] Lénárt Cs. – Tomor T.: A műholdas helymeghatározás (GPS) és a térinformatika (GIS) alkalmazása a mezőgazdaságban, In: Magyar Gazda Európában. RAABE Kiadó, Budapest, 2007, 13 p.
- [4] Magó L.: A minimális használati költségű szántóföldi erőgéprendszer kialakításának elvi és módszertani összefüggései, Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2002, 157 p.
- [5] Németi L.: A magyar agrárgazdaság az ezredfordulón, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2003.
- [6] Peszeki Z.: A magyar mezőgazdaság technikai erőforrásainak vizsgálata a 90-es években, PhD értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2001, 157 p.
- [7] Takácsné György K.: A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2011, 49-51 pp.

Tóth Réka, PhD hallgató

E-mail: Toth.Reka@gek.szie.hu

Dr. Daróczi Miklós, PhD

E-mail: Daroczi.Miklos@gek.szie.hu

A szerzők munkahelye: Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar

Cím: H- 2100, Magyarország Gödöllő Páter Károly utca 1.

Telefon / Fax: +36-28-522-000



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A PROFILKORREKCIÓS FOGAZATOK FOLYTONOS SZÁRMAZTATÁSA ÉS KÖSZÖRÜLÉSE

VARGA András, GYENGE Zoltán, GYENGE Csaba

Abstract

Within this paper the authors describe a new finishing technology for manufacturing the complex gears with special profile corrections used in modern transmissions. The new theoretical meshing method was tested in practical experiments, the results of which being also presented in this paper.

Keywords: wind turbines, CNC manufacturing of gears.

Összefoglalás

A dolgozat keretében ismertetünk egy új simítási technológiát a korszerű hajtóművekben alkalmazott profilkorrekciós komplex fogaskerekek nagy pontosságú megmunkálására. Az elméleti profilszármaztatási módszert gyakorlati kísérletekkel ellenőriztük.

Kulcsszavak: Hajtóművek, fogaskerekek CNC fogköszörülése.

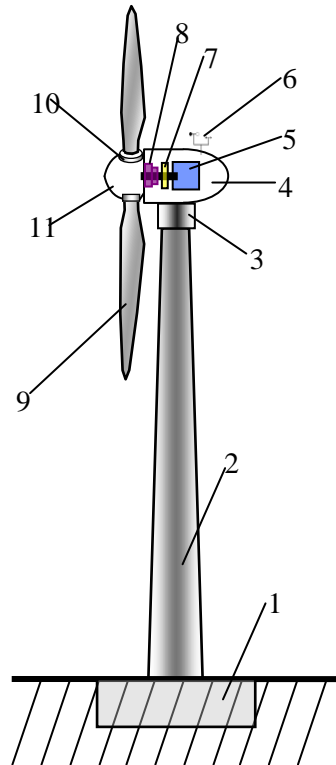
1. Bevezető

A korszerű hajtóművekben (nagy teljesítményű teherautók, villany és Diesel mozdonyok, óceánjáró hajók, szélturbinák, stb.) egyre gyakrabban alkalmaznak komplex profilkorrekciós fogaskerekeket a működési paraméterek minél magasabb szintre való emelése érdekében. Általában ezeknek a fogaskereknek profiljai úgy kereszt- mint tengelyirányú metszetben, lényegesen eltérnek a hagyományos evolvens kerekhez viszonyítva. Lépcsőzet nélküli, nagy pontosságú folytonos fogfelületeket csak korszerű technológiával lehet megvalósítani. Konkrét ipari felkérésekre válaszolva, kutatócsoportunk kifejlesztett egy CNC fogköszörülési technológiát, amelynek elméleti és gyakorlati eredményeit szándékozunk ismertetni dolgozatunk keretében. Az aránylag széles alkalmazási területek közül a vízszintes tengelyű szélturbinák hajtóműveiben alkalmazott fogaskerekek konstruktív és technológiai sajátosságait mutatjuk be, amelyeket a szatmárnémeti UNIO vállalatban gyakorlatilag is leellenőriztünk és a mai napig alkalmazzák.

2. A szélturbinák hajtóműveinek konstruktív jellemzői

Világviszonylatban, jelenleg az áramellátó rendszerekhez kapcsolt szélerőművek nagy része vízszintes tengelyű. Az alapvető felépítésük az 1. ábrán látható.

Amint az itt látható, a lapátok viszonylag alacsony sebességgel forgó tengelye a fordulatszám-sokszorozó hajtóműhöz kapcsolódik, amely tengelykapcsoló és fékrendszeren keresztül hajtja meg a generátort. Általában a fordulatonövelésre bolygó típusú hajtóműveket használnak, amelyekkel nagy áttételi arányokat lehet elérni aránylag kis térfogattal. Szintén aránylag bonyolult fogaskerék rendszert alkalmaznak a szélirányba való forgatás érdekében.



1.ábra. vízszintes tengelyű szélturbina felépítése:

1- fundamentum, 2-torony, 3-szélirányra állító berendezés, 4- gondola, 5-generátor, 6-szélmérő, 7-fék, 8- hajtómű, 9-rotorlapát, 10-lapát irányító, 11-forgószárny-agy.

A szélturbina nem igényel jelentősebb karbantartást, rendkívül megbízható és nincsenek káros hatásai a környezetre nézve. Háromfázisú áramot termel, melyet kis veszteséggel szállíthatunk igen nagy távolságokra transzformátorok segítségével. Egy turbina lapátjainak fordulatszáma $n=15...60/\text{min}$ tartományban van. Ezt az aránylag kis fordulatszámot sebességsokszorosító (multiplikátor) hajtóművekkel emelik az áramfejlesztők által igényelt magas fordulatszámra.

3. CNC eljárás a komplex profilkorrekciós hengeres fogaskerekek köszörülése

A különleges profilkorrekciós külső fogazatú fogaskerekek a követelményeknek megfelelő simítása céljából a nagyváradi EMSIL TECHTRANS valamint a szatmárnémeti UNIO cégekkel közösen felújítottunk egy hagyományos NILLES típusú fogköszörűgépet, amelyet FANUC CNC berendezéssel láttunk el (2. ábra) annak érdekében, hogy számvezerlésű lefejtőfogköszörülést tudjunk megvalósítani.

A profilkorrekciós fogprofil több evolvens szakasz segítségével burkoltuk és köszörültük. A CNC berendezés programozása érdekében, meg kellett határozni a burkoláshoz szükséges tangenciális, valamint forgó mozgások pontos méretét valamennyi szakaszon.



2. ábra. A CNC fogköszörűgép munkaterülete

Tekintettel a széles skálájú meghatározási módokra (DIN, AGMA, STAS, ISO), valamint a különböző tervezési megoldásokra, a programozáshoz szükséges paraméterek meghatározására hat algoritmust fejlesztettünk ki. Az alábbiakban az $R_f \leq R_b \cdot \cos\alpha_t$, sugárviszonyú hengeres fogaskerekre kifejlesztett algoritmust ismertetjük.

A 3. ábrán a bal oldali fogprofil és a köszörűkorong közötti jellegzetes helyzetek láthatók. Amint észrevehető, a megoldás egyik előnye, hogy változatlan α_s szerszámprofillal, bármilyen α_t - homlok alapszögű, profileltolások és profilkorrekciós fogaskerek folytonosan köszörülhető. A FANUC CNC berendezés programozása céljából meg kellett határozni az OZ irányú mozgás l_{ga} , valamint a **B** tengely körüli φ_{ga} mozgások méreteit. Amint a 3. ábrán látható, a fogköszörülés a T_s pontban kezdődik és a A_s pontban végződik. A technológiai kapcsolópár e két pont közötti legördülése érdekében meg kell határozni a tangenciális irányú **b** lineáris mozgás, valamint a **B** tengely körüli forgómozgás méreteit.

Az ábra alapján felírható:

$$\phi = \alpha_t - \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \text{inv}\alpha_a \quad , \quad (1)$$

ahol:

$$\varepsilon_1 = \alpha_t - \alpha_{st} \quad (2)$$

$$\varepsilon_2 = \alpha_{st} - \alpha_x \quad (3)$$

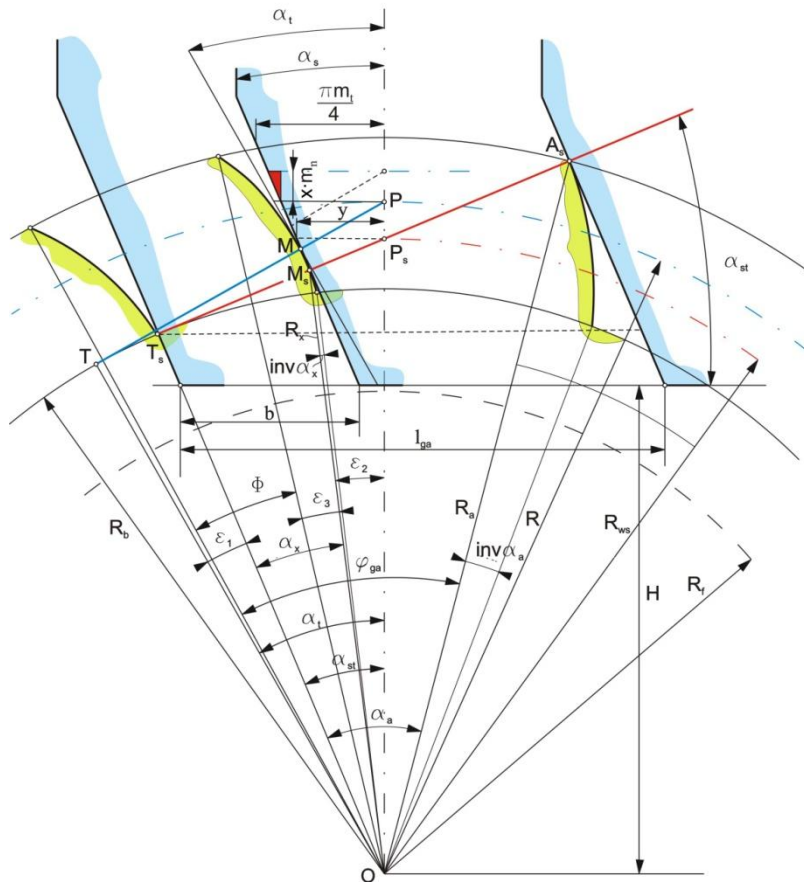
$$\varepsilon_3 = \text{inv}\alpha_a - \text{inv}\alpha_x \quad (4)$$

$$\text{inv} \alpha_x = \frac{T_s M_s}{O T_s} - \alpha_x = \frac{T_s M_s}{R_b} - \alpha_x \quad (5)$$

$$\text{inv} \alpha_a = \text{tg} \alpha_a - \alpha_a = \frac{T_s A_s}{R_b} - \alpha_a \quad (6)$$

A fentiek alapján:

$$\varepsilon_3 = \frac{T_s A_s}{R_b} - \alpha_a - \frac{T_s M_s}{R_b} - \alpha_x \quad (7)$$



3. ábra. A technológiai kapcsolópár jellegzetes helyzetei

A továbbiakban a Φ forgási szöget és a b tangenciális mozgást a következőképpen határozhatjuk meg:

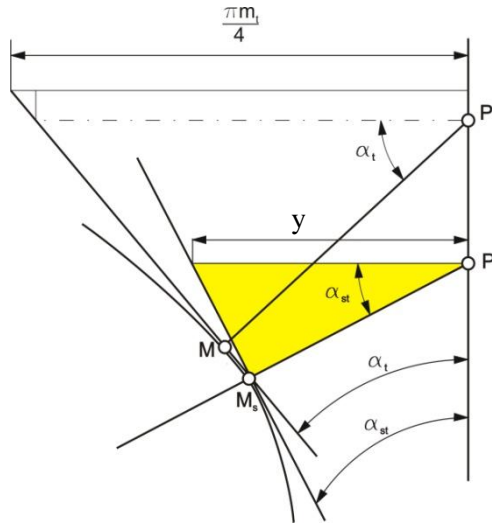
$$\phi = \alpha_t - \alpha_t + \alpha_{st} - \alpha_{st} + \alpha_x - \frac{T_s A_s}{R_b} + \alpha_a + \frac{T_s M_s}{R_b} - \alpha_x + \frac{T_s A_s}{R_b} - \alpha_a = \frac{T_s M_s}{R_b} \quad (8)$$

$$\phi = \frac{\sqrt{R_x^2 - R_b^2}}{R_b} \quad (9)$$

$$b = \frac{\overline{T_s M_s}}{\cos \alpha_{st}} = \frac{\overline{T_s P_s} - \overline{M_s P_s}}{\cos \alpha_{st}} = \frac{1}{\cos \alpha_{st}} \left(\sqrt{R_{ws}^2 - R_b^2} - y \cdot \cos \alpha_{st} \right) = \frac{\sqrt{R_{ws}^2 - R_b^2}}{\cos \alpha_{st}} - y, \quad (10)$$

ahol : - R_{ws} technológiai kapcsolási rendszer gördülő sugara.

y –paramétert a 4.ábra segítségével határozzuk meg. Az M pont a fogaskerék fogfelülete és a lefejtőalaprofil érintkezési pontja. Az ábrán feltüntetett relatív helyzet a vezérlés nulla pontjába való beillesztés céljából fontos.



4.ábra. Az y paraméter meghatározása

A 4. ábra szerint:

$$y = \frac{P_s M_s}{\cos \alpha_{st}} = \frac{1}{\cos \alpha_{st}} (\overline{T_s P_s} - \overline{T_s M_s}) = \frac{1}{\cos \alpha_{st}} \left(= \frac{1}{\cos \alpha_{st}} R_b \operatorname{tg} \alpha_{st} - \overline{T_s M_s} \right) \quad (11)$$

$$\overline{M_s T_s} = \overline{MT} - \overline{T_s T} = \overline{PT} - \overline{MP} - R_b (\alpha_t - \alpha_{st}) \quad (12)$$

$$\overline{MP} = \left(\frac{\pi n_t}{4} - x \cdot m_n \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right) \cos \alpha_t \quad (13)$$

A behelyettesítések után:

$$y = \frac{1}{\cos \alpha_{st}} \cdot R_b (\operatorname{tg} \alpha_{st} - \operatorname{tg} \alpha_t) + \left(\frac{\pi n_t}{4} - x \cdot m_n \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right) \cos \alpha_t + R_b (\alpha_t - \alpha_{st}) \quad (14)$$

$R_x = OM_s$ sugár a kezdő érintkezési pont helyzetét határozza meg.

$$R_x = \sqrt{R_b^2 + \left(\sqrt{R_{ws}^2 - R_b^2} - y \cos \alpha_{st} \right)^2} \quad (15)$$

ahol: $R_{ws} = \frac{R_b^2}{(\cos \alpha_{st})^2}$.

végül:
$$\varphi_{ga} = \frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2}}{R_b}, \quad l_{ga} = - \left(\frac{\sqrt{R_a^2 - R_b^2}}{\cos \alpha_{st}} \right). \quad (16)$$

E két paraméter értékét kell beprogramozni a fogoldal komplett legördülése, valamint köszörülése érdekében. A fogoldal több részzakaszából való köszörülése céljából meg kell határozni valamennyi

E két paraméter értékét kell beprogramozni a fogoldal komplekt legördülése, valamint köszörülése érdekében. A fogoldal több részzakaszából való köszörülése céljából meg kell határozni valamennyi szakasz számára a megfelelő mozgási paramétereket. A dolgozat korlátozott mérete nem engedi meg a részletes algoritmusok bemutatását (majd egy következő dolgozatban).

4. Következtetések

A minél komplexebb konstrukciójú hajtóművek, valamint az igényelt pontossági és működési feltételek új technológiákat igényelnek. A CNC vezérlések nagy segítséget nyújtanak ezirányban, de ezek megfelelő programozása és beállítása megfelelő fogazáskinematikai és matematikai számításokat igényelnek. Az utolsó 4 évben csoportunk a szélturbinákban alkalmazott hajtóművek fogaskerekei korszerű technológiájának fejlesztésével is foglalkozott. A statisztikai előrejelzések szerint 2030-ban a világ összenergia szükséglete kb. 50%-al lesz nagyobb a mostanihoz viszonyítva. A kőolaj és földgáz tartalékok, szintén az előrejelzések szerint, alig 2040...2070-ig tudják fedezni a szükségleteket.

A fentiek következtében a szakemberek mind jobban kell figyeljenek a felújuló energiaforrásokra, és így mind nagyobb fejlődés észlelhető a szélenergiát felhasználó turbinák fejlesztésében, gyártásában. A szélturbinák minél környezetkímélőbb működése és élettartalma nagy mértékben függ a beépített hajtóművektől is. Ezek szerint úgy értékelhetjük, hogy a fentiekben ismertetett ezirányú kutatásaink hozzájárulhatnak e turbinák felépítési és működési paramétereinek javításához.

Irodalomjegyzék

- [1] Gyenge, Cs., Mera, M., Bâlc, N.: *Research on Calculating the Parameters Value for Modification the Longitudinal Profile of the Cylindrical Gears*, Proceedings of DAAAM 2001, 24-27 Okt. Jena. ISBN 3-901-19-4, 175-176 oldal.
- [2] Gyenge Cs., Bob, M., Ros, O.: *Some characteristic aspects regarding grinding of spur gears with profil modifications*. In: The 20th DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM "Intelligent Manufacturing & Automation, ISSN 1726-9679, 645-646 oldal.
- [3] Rafa A., Gyenge Cs.: *Some specific aspects regarding the manufacturing of renewable energy exploitation equipment*, MicroCAD International Scientific Conference. Miskolc 2010, ISBN 978-963-661-4 Ö. ISBN 978-963-661-823-0, 191-196 oldal.
- [4] Gyenge, Cs., Varga, A., Gyenge, Z., Szilágyi, Á.: *CNC és környezetbarát technológiák fejlesztése a hemgeres fogaskerekek korszerű gyártása céljából az Erdélyi gépipari vállalatokban*, Kutatási Tanulmány. SAPIENTIA Kutatási Programok Intézete, 2005.

Varga András hallgató,

dr. Gyenge Csaba professor emeritus

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Gyenge Zoltán Európai szabadalmi ügyvivő



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HŐKEZELT POLISZTIROLOK HŐVEZETÉSI TÉNYEZŐJÉNEK MÉRÉSE

VÉGH Sándor

Abstract

The insulating materials can be damaged by environmental effects. Determining of the degree of damage can be the best approach by measurements under similar conditions like design conditions. The effect of high temperature was simulated on polystyrene plates during our measurements. Our task was to determine the smallest possible range of temperature and time where the air escaping of cells of the polystyrene plate cause permanent damaged on dimension by the deterioration of the thermal conductivity of plates. If there is no permanent deformation on the selected time interval and temperature meanwhile the polystyrene plate cooled to room temperature again then the change of thermal conductivity is recorded. If the insulating material suffered dimensional changes during the heat treatment then it was not possible to have the thermal conductivity measurement of the deformed material because of lack of appropriate equipment. In this case, the mass loss and the size changing of the polystyrene plate were recorded. The results of measurements show that high temperature can cause harmful effects on polystyrene plates, so our theoretical knowledge is full field.

Keywords:

heat-threatened polystyrene, thermal conductivity, Thermocell, deformation

Összefoglalás

A szigetelő anyagok a környezeti hatások miatt károsodhatnak. A károsodás mértékének meghatározása, a kivitelezési körülményekhez hasonló feltételek mellett végzett mérésekkel közelíthető a legjobban. Méréseink során a magas hőmérséklet hatását szimuláltuk polisztirol lemezeken. Kerestük azt a legkisebb hőmérséklet és időtartományt, ahol a lemezek hővezetési tényezőjének romlása mellett, a polisztirol lemez celláiból kiszökő levegő, maradandó méretváltozást okoz. Ha a választott időtartományon és hőmérsékleten nem történt maradandó deformáció, abban az esetben a hővezetési tényező megváltozását rögzítettük, miután a polisztirol lemez újra szobahőmérsékletűre hűlt vissza. Ha a szigetelő anyag méretváltozást szenvedett a hőkezelés során, megfelelő berendezés hiánya miatt, nem volt módunk a már deformálódott anyag hővezetési tényezőjének mérésére. Ebben az esetben a polisztirol lemez valós méretének és tömegének csökkenését regisztráltuk. A mérések eredményei alapján a magas hőmérséklet, károsító hatással van a polisztirol lemezekre, így elméleti ismereteink igazolódtak.

Kulcsszavak:

hőkezelt polisztirol, hővezetési tényező, Thermocell, deformáció

1.Bevezetés

A szerzőt a polisztirolok felhasználása iránti egyre növekvő igények motiválták.

A szerző a hőáramlással kapcsolatos ismereteit az [1.]-ből merítette. A méréshez használt készülékek és polisztirol lemezek adatait a [2. ; 3. ;4.] irodalmakból nyerte.

A szerző célja, hogy az elméleti ismereteket gyakorlati mérésekkel igazolja.

A cikk a következő fejezeteket tartalmazza: A 2. fejezet a polisztirol habokat mutatja be. A 3. fejezet leírja a mérés menetét, eredményeit, és az eredmények elemzését. Az utolsó fejezet pedig összefoglalja az eredményeket.

2.Polisztirolok

2.1.Polisztirolok méretstabilitása

Hőmérsékletváltozások hatására a szigetelő anyagokban hossz-, szélesség-, vastagságváltozások lépnek fel. Erre fokozott figyelmet kell fordítani a tervezés során, mivel a méretváltozások nyíró feszültség keletkezéséhez vezethetnek a szigetelő anyagban. Ezért a termékszabványok is felhasználásfüggően adják meg követelmény értékeiket. Így biztosítva a szigetelő anyag mérettartását.

2.2.Polisztirolok alkalmazhatóságának hőmérsékleti határai

Az alkalmazási tartományon kívül eső hőmérsékleten való használat a szigetelésben elváltozásokhoz vezet. Például: méretváltozások, alakvesztés vagy termikus bomlás. Ezért a szigetelő anyagoknak megállapítanak egy alkalmazási tartományt, amelyen belül teljes biztonsággal használható, a legtöbb szigetelőanyag rövid idejű terhelésnek kitéve e tartományon kívül is ellenáll. A felső felhasználási hőmérséklethatár a meleg közegű rendszerek, az alsó alkalmazási hőmérséklethatár a hideg közegű rendszerek szigetelőanyagainak a fontos jellemzője.

2.3.A vizsgált polisztirol habok

A mérés során alkalmazott hőszigetelő lemezeket a Cellplast Műanyagipari Kft. biztosította. Használtunk THERMOCELL GREY, THERMOCELL 30, THERMOCELL 80, THERMOCELL 100, THERMOCELL 150, THERMOCELL 200 típusú mintadarabokat.

3.A mérések leírása, és a kapott eredmények elemzése

3.1.A mérések leírása

Hat típust vizsgáltunk a Cellplast Műanyagipari Kft. termékeiből. A vizsgálat előtt mérjük és rögzítjük a mintadarabok tényleges geometriai méreteit és tömegét. Majd a mintadarabot behelyezzük Venticell 111 típusú szárítószekrény szárító kamrájába. A berendezés elején található kezelőfelületen beállítjuk a kívánt szárítási hőmérsékletet és időtartamot. Magasabb hőmérsékleti tartományokban való szárítás után a mintadarab eldeformálódott. Ebben az esetben nem kivitelezhető a hővezetési tényező mérése. Következő lépésben, a mintadarab tömegének és geometriájának változásait vizsgáljuk és rögzítjük. Ha a mintadarab nem deformálódott, akkor elindítjuk a számítógépet és a HOLOMETRIX berendezést. A készülékbe helyezzük a mintadarabot úgy, hogy az megfelelően illeszkedjen. Elindítjuk a Q-lab programot a számítógépen. Kiválasztjuk a kalibrációs fájlt és nevet adunk a mérésnek. A kezelőfelületen a „Test” gombra kattintunk. Megnyomjuk a HOLOMETRIX berendezés hátulján található „Reset” gombot. Ha a készülék elején lévő piros LED kialszik és ezt a kezelőképernyő is visszajelzi, akkor helyesen állítottuk be a berendezéseket. Mérésünk elindult. A mérésnek két fázisa van. Egy finom egy és egy durva kalibrálási fázis. A durva kalibrálás jóval

időigényesebb. A folyamat több alkalommal is átválthat finom kalibrálásra a mérés során. Ha a berendezés nem megfelelő értéket kap, abban az esetben visszaáll az első fázisba. A mért eredmény leolvasásához az „Analysis Information” ablakot használjuk, az eredményt innen expandáljuk. Rendkívül nagy pontossággal olvashatjuk le a mért értékeket. Majd a Venticell 111 típusú szárítószekrényben szárítottuk adott időtartamon és hőmérsékleten.

3.2.A mérési eredmények

Első mérésünk alatt, 90C-on szárítottuk a Thermocell (EPS) Grey mintadarabunkat 2 órás időtartamon. A hővezetési tényező értéke 0,031 [W/mK]-ről 0,031610 [W/mK] -ra módosult.

Második mérésünknel a szárítás időtartamát megdupláztuk, 4 órára növeltük. A hővezetési tényező értéke 0,031 [W/mK]-ről 0,033682 [W/mK] -ra módosult. Mint látható, a hővezetési tényező minimális, elhanyagolható mértékben romlott, ezért 100 °C-ra emeltük a szárítási hőmérsékletet 60 perces időtartamon. Ennek hatására az összes vizsgált próbatest, szemmel láthatóan is jelentős mértékű deformációt szenvedett. Ennek következtében a hővezetési tényezője is jelentősen romlott, ennek mértékét viszont a bekövetkezett geometriai torzulás végett nem tudtuk mérni. A tömegben és térfogatban történő változásokat az 1. táblázat tartalmazza, ahol az 1-es számmal jelzett változók a hőkezelés megelőző állapotú mintadarabok jellemzőit jelenti, míg a 2-es számmal jelzett változók pedig a hőkezelés utánit.

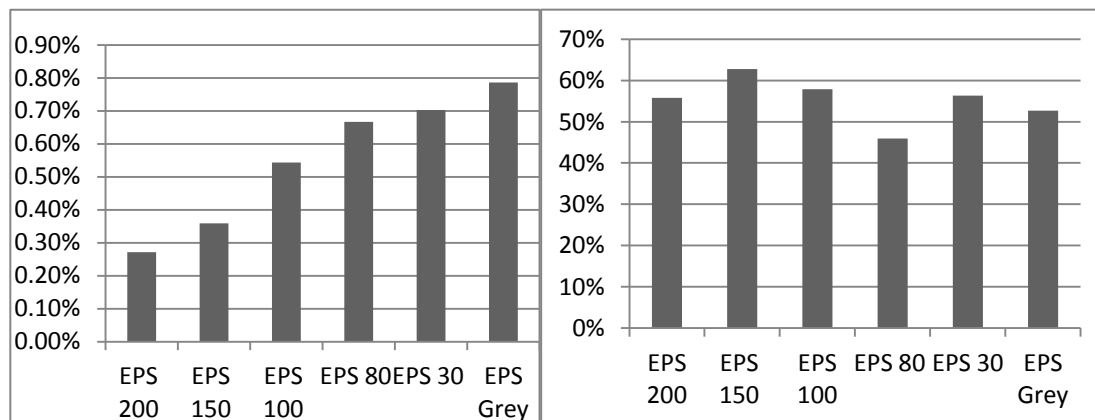
1.táblázat. A mintadarabok változásának összehasonlítása

	[mm]		[mm]		[mm]		[g]		dm ³		kg/m ³	
	d1	d2	a1	a2	b1	b2	m1	m2	V1	V2	ρ1	ρ2
EPS 200	49	36	299	233	298	230	114,972	114,66	4,366	1,929	26,33	59,43
EPS 150	49	31	298	228	299	230	105,278	104,90	4,366	1,626	24,11	64,53
EPS 100	48	35	298	226	299	228	60,358	60,03	4,277	1,803	14,11	33,29
EPS 80	49	39	298	244	299	248	73,450	72,96	4,366	2,360	16,82	30,92
EPS 30	48	37	297	225	297	222	60,052	59,63	4,234	1,848	14,18	32,26
EPS Grey	48	37	297	230	295	234	61,423	60,94	4,206	1,991	14,61	30,60

A mintadarabok tömege minimális mértékben csökkent, ennek oka a polisztirol pórusaiból kiszökő levegő. Átlagosan, körülbelül 0,3g-ot vesztek tömegükből. Az egyes mintadarabok nyomószilárdságának csökkenésével, egyre nagyobb tömegvesztést szenvedtek a kezelés során. A legnagyobb tömeg csökkenés 0,79%, míg a legkisebb 0,27% volt.

A mintadarabok térfogata hozzávetőlegesen átlagosan a felére csökkent a kezelés után. Összefüggések felfedezéséhez további mérések lennének szükségesek. A térfogatváltozások aránya közötti összefüggések felfedezéséhez további mérésekre lenne szükség. A legnagyobb kiindulási állapothoz viszonyított változás 63%-os térfogatcsökkenés, míg a legkisebb 46%-os térfogatcsökkenés volt.

A mintadarabok sűrűségének megváltozása szinte teljes mértékben a próbatestek térfogatváltozásától függött, mivel a tömegük csak minimálisan változott a kezelés során. Így a sűrűségük hozzávetőlegesen átlagosan duplájára nőtt. A legnagyobb kiindulási állapothoz viszonyított változás 168%-os sűrűség növekedés, míg a legkisebb 84%-os sűrűség növekedés.



1.ábra. Mintadarabok tömegének(bal oldali ábra) és térfogatának(jobb oldali ábra) százalékos változása a szárítás előtti állapotukhoz képest

Összefoglalás

A mérésekből látható hogy a szigetelő anyagok 80C-os hőmérsékleten csak elhanyagolható mértékben károsodnak. 100C-on viszont már kis idő elteltével is nagymértékű maradandó deformációt szenvednek. A szárítás során a mintadarab minimálisan ugyan, de veszített tömegéből. Ez a próbatestből kijutó levegő hiányával magyarázható. Méréseink szerint minél kisebb szilárdságú a szigetelő anyag, annál többet veszített tömegéből. A deformáció nagysága mintadarabonként változott, nem volt megfigyelhető kapcsolat, a próbatest térfogatának megváltozása és a anyagának típusa közt. A sűrűség változását szinte teljes mértékben a mintadarab térfogatváltozása határozta meg.

Irodalom

- [1] KALMÁR Ferenc: *Hő- és áramlástan I jegyzet*
- [2] HOLOMETRIX *Lambda 2000 sorozat használati útmutató*
- [3] *Venticell szárítószekrények termékismertető*
- [4] <http://www.cellplast.hu/>

Végh Sándor, hallgató

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti Tanszék

4066, Magyarország, Tiszacsege Rákóczi utca 9.

Telefon: +36-30-393-87-03

E-mail: veghsandor92@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

A GEOMETRIA SZEREPE ELEKTROMÁGNESES ALAKÍTÁSSAL KÉSZÍTETT ALAKZÁRÓ KÖTÉSEKNÉL

VÉGVÁRI Ferenc, CSÁKÓ József

Abstract

Using of electromagnetic forming is advantageous in case of cylindrical-symmetry joints. During electromagnetic forming a tube with good electrical conductivity placed in the compression electrical coil is pressed by the electromagnetic field in fraction of a second onto a rod that was introduced inside the tube prior the deformation. Experiments have been carried out to make tube-rod form-fit joints by electromagnetic forming. During these tests geometrical characteristics has been determined that allows to make one groove form-fit joints. In this paper these experimental results and the properties of joints are presented.

Key words: electromagnetic forming, high rate forming, tube forming, form-fit joint

Összefoglaló

A hengersizmetrikus kötéseknél előnyös az elektromágneses alakítás alkalmazása. Elektromágneses alakításnál a villamos tekercsbe helyezett jó villamos vezetőképességű csövet a a mágneses erőter másodperc tört része alatt a csőbe helyezett magra préseli. Kísérleteket végeztünk cső – rúd alakzáró kötésekkkel. A kísérleteink során meghatároztuk azokat a geometriai kialakításokat amelyekkel egy beszúrással alakzáró kötés létesíthető. Cikkünkben kísérleti eredményeinket ismertetjük, bemutatva a kötések tulajdonságait.

Kulcsszavak: elektromágneses alakítás, nagy sebességű alakítás, csőalakítás, alakzáró kötés

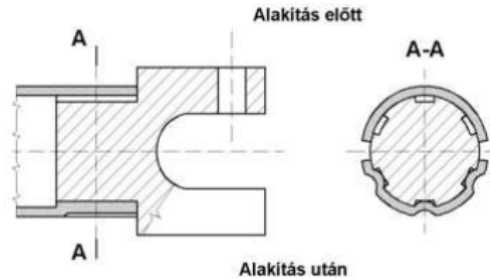
1. Bevezetés

Az elektromágneses alakítás alapjait James Clerk Maxwell, 19. századbeli skót fizikus rakta le. A mágneses alakítás szabadalma egyébként Harvey és Brower nevéhez fűződik, amely 1958-ban látott napvilágot. Az 1960-as évektől az eljárás folyamatosan fejlődik, és egyre nagyobb szerepet kap a különböző alakítási, szerelési eljárásokban [1].

A Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Anyagtechnológia Tanszékén pár évvel ezelőtt beszerzésre került egy EMA-EHA-EM 24/30 típusú nagyenergiásűrűségű mágneses alakító berendezés, amely egy műveletben maximálisan 20.3 kW energia leadására képes. A berendezés rendelkezik kompressziós tekercssel, expanziós tekercssel és sík tekercssel is. Ezekkel az alakító tekercsekkel elvégezhető cső szűkítése, tágítása, illetve sík lemezek domborítása.

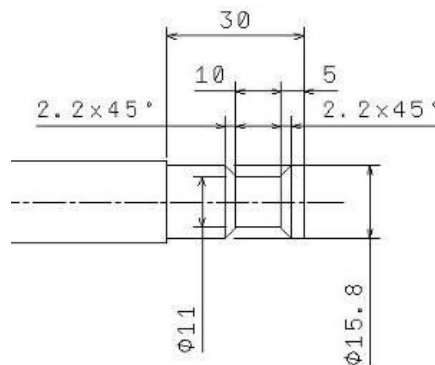
2. Alakzáró kötés létesítése elektromágneses alakítással

Kísérleteinket a kompressziós tekerccsel végeztük alakzáró kötések biztosítására. Ilyen jellegű kötések fordulnak elő például csőtoldatok bordás tengelyre való rögzítésnél (1. ábra), vagy csőkarimára cső rögzítésénél.



3. Kísérlet leírása

Kísérleteink során acélrúdon trapéz alakú beszúrást alakítottunk ki (2. ábra). Változtattuk a beszúrás paramétereit, így a horonyátmérőt “d” és a beszúrás szélességét “b”. Egy megfelelő kötést biztosító mérési sorozat esetén - melyet korábbi vizsgálataink során választottuk ki[2] - megváltoztattuk a horonyletörést is, amelyet korábban minden esetben 45°-nak vettük. A kötést lágyított állapotú 18mm külső átmérőjű 1mm falvastagságú vörösréz csővel hoztuk létre két csap között (3. ábra).

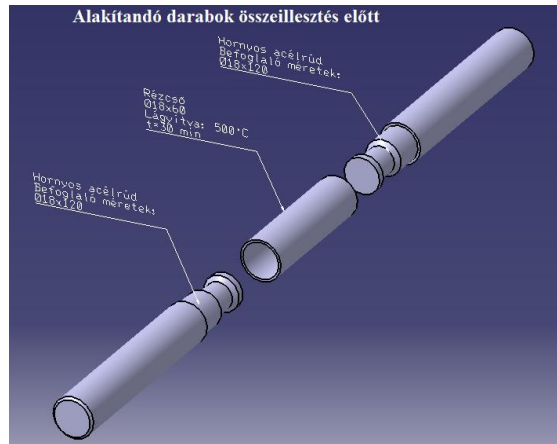


2. ábra Az összekötésre kerülő csapok kialakítása

A kísérleteink során az azonos geometriai kialakítású kötések különböző kondenzátor töltési feszültséggel, azaz egyre nagyobb energiával alakítottuk.

A kötések jószágát szakító vizsgálattal vizsgáltuk INSTRON 4482 típusú szakítógépen. A húzóerőt fokozatosan növeltük addig, amíg a kötés meg/szét nem csúszott, illetve míg a kötést biztosító réz cső el nem szakadt. Jónak tekintettük azt a kötést, amely szakítás során nem csúszott meg egész addig, míg a szakadás be nem következett.

A kísérletek során az alakítás 9, 12,8, 17,5 és 20,3 kW-s energiával történt. A beszúrás letörési szöge 30, 45, 60, 75, és 90 fok volt. A kötést az összekötő cső két oldalán egymást követően hoztuk létre. Így egy próbatest esetén két azonos paraméterekkel készített kötést vizsgáltunk (3. ábra).



3. ábra Kötés elrendezése

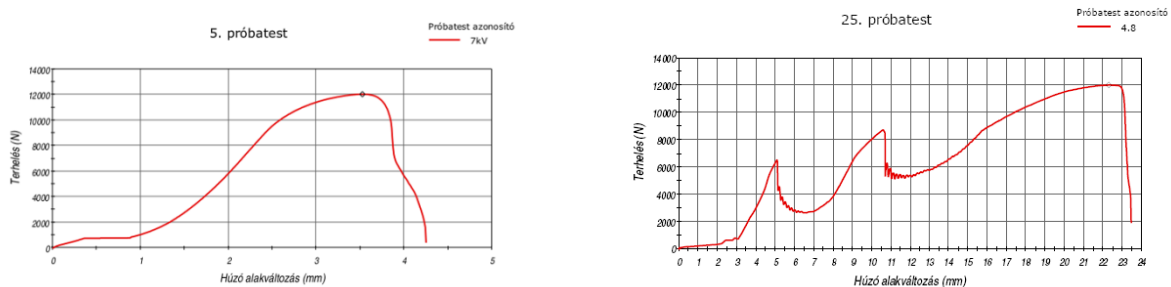
4. Kísérleti eredmények

A 45°-os letörési szöggel készített kötések láthatók a 4. ábrán. Az ábrán jól látható, hogy a növekvő alakítási energia hatására a kötést biztosító rézcső egyre nagyobb alakváltozást szenvedett, egyre jobban behúzódott a beszúrásba. Mértük ezt az alakítás hatására csökkent átmérőt. A számszerű adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A nagyobb mértékű alakváltozás eredménye meglátszik a kötés jószágában is. Míg kisebb alakváltozások esetén a szakítóvizsgálat során a csap kicsúszott a kötésből, illetve elszakadás előtt megcsúszott a rézcső a csapon, addig a nagyobb mértékű alakváltozást szenvedett kötést biztosító rézcső megcsúszás nélkül szakadt el (1. táblázat).



4. ábra 9, 12,8, 17,5 és 20,3 kW-s energiával létrehozott kötések

A szakítóvizsgálat során kapott erő – út diagramok jellegzetes alakja az 5. ábrán látható. A baloldali megcsúszás nélkül szakadt minta, a jobboldali pedig mindkét csapon megcsúszott minta erő – út diagramját mutatja be.



5. ábra Jellegzetes erő – út diagramok

1. táblázat Szakítóvizsgálati eredmények

Letörési szög (fok)	Töltőfeszültség (kV)	Energia (kWs)	Behúzódozt átmérő (mm)	F _{max} (N)	Kötés jósága
30	8	20,3	13,27	10409	Kicsúszott
45	5	9,0	15,13	11694	Megcsúszt
45	6	12,8	13,72	12139	Megmozdul
45	7	17,5	13,37	12241	Megfelelő
45	8	20,3	13,27	12403	Megfelelő
60	8	20,3	13,27	13192	Megfelelő
75	8	20,3	13,27	13256	Megfelelő
90	8	20,3	13,27	14019	Megfelelő

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a 17,5 kWs energiánál kisebb energiával végzett alakítások esetén nem alakult ki megfelelő szilárdságú kötés. Jó minőségű kötés csak ezen energiánál nagyobb befektetett energiával biztosítható, viszont a 30°-os vállal kialakított kötés még a legnagyobb alakítási energia alkalmazása esetén is nem bizonyult megfelelőnek. A nagyobb beszúrási szögek alkalmazása minden esetben megfelelő volt 20,3 kWs energiával történő alakítás esetén. Ezt jól szemlélteti a rézcső alakváltozási mértéke is. Alakítás során a rézcső rányomódik a beszúrt keresztmetszetre. Mértük a beszúrásnál az alakított rézcső külső átmérőjét. 20,3 kWs energiával történő alakítás esetén ez minden esetben egyformára, 13,27mm-re adódott, azaz a rézcső falvastagsága 0,135mm-rel növekedett. Ez érthető, hiszen hosszirányú alakváltozás nem történt.

5. Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálataink alapján az alábbiakat állapíthatjuk meg:

1. A Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Anyagtechnológia Tanszékén lévő EMA-EHA-EM 24/30 típusú nagyenergiásűrűségű mágneses alakító berendezés alkalmas a vizsgált geometriák esetén megbízható alakzáró kötés létesítésére.
2. Helyes geometriai kialakítás és megfelelő alakítási energia esetén a létesített kötés kellő szilárdsággal rendelkezik.
3. A beszúrási szögének lehetőleg 45°-nak, vagy nagyobbak kell lennie a kötés tengelyére. Kis szögek esetén fennáll a megcsúszás veszélye húzó igénybevételnél.

Irodalom

- [1] Czeglédi Istvánné – Göbl Nándor: Nagysebességű lemezalakító eljárások
 [2] Csákó József: Nagysebességű elektromágneses alakítás TDK dolgozat, Kecskemét 2012. november

Dr. Végvári Ferenc PhD
vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu

Csákó József hallgató
csako@gmail.hu

Kecskeméti Főiskola GAM Kar, Anyagtechnológia Tanszék
 Magyarország, 6000 Kecskemét Izsáki út 10, tel. +36-76/516 373



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

FÖLDRENGÉSÁLLÓ FELHŐKARCOLÓ MAKETT

VEKOV Imre

Abstract

Every design process has its own specific details. In structural engineering modeling and scaled models are often used to verify the theoretic results. In every year the EERI (Earthquake Engineering Research Institute) organizes a competition called Seismic Design Competition (SDC) with the same porpoise, to spread the knowledge regarding earthquake engineering and seismic modeling. There are many aspects of scale modeling that have to be thought of. The properties of the material influence the seismic response of the structure. The design of the cross sections are important as well. The global structural response of the structure is determined by the overall structural behavior. The equally disposed structural elements, the symmetry axes and the design of the joints are all aspects that need to be taken care of. The architectural aspect is also important but sometimes it raises challenges from a structural point of view. The drawn conclusions help in building scale models that are effective against earthquakes and serve as a theoretical and practical background.

Key words:

earthquake, model, structure

Összefoglalás

Minden tervezési típusnak megvannak a maga sajátos szabályai. Az építőmérnöki gyakorlatban bevett szokás a különböző makettek, modellek felhasználása az elméleti eredmények leellenőrzése végett. Hasonló céllal hirdet minden évben versenyt az EERI (Earthquake Engineering Research Institute). A verseny neve Seismic Design Competition (SDC) és célja széles körben terjeszteni a földrengésekhez társuló ismereteket. Földrengésre ellenálló makett készítésnél több szempont is befolyásol. Figyelembe kell venni az anyagjellemzőket és azok időbeni/terhelésre való változását. Hasonlóan fontos a keresztmetszetek helyes megválasztása. A globális strukturális viselkedés az, ami meghatározza a makettünk fő tulajdonságait. Az alkotóelemek egyenletes és szimmetrikus elosztása, a csomópontok viselkedése megannyi részlet melynek megválasztása meghatározza a földrengésre való válaszreakcióját a makettnek. Az építészmérnöki szempontok bár fontosak, mégis néha hátrányos strukturális helyzetet teremtenek, mint az itt kiválasztott struktúra esetében is. A levont következtetések jelentősen segítenek egy későbbi makett építése során, elméleti és gyakorlati háttérrel biztosítva.

Kulcsszavak:

felhőkarcoló, makett, földrengés

1. Bevezetés

A tudományos munka során legtöbbször elengedhetetlen, de mindenképp hasznos kísérletek útján alátámasztani az elméleti eredményeket. Ez sokszor rávilágít néhány kevésbé megalapozott következtetésből származó hibára, valamint kiemeli a munka gyakorlati hasznát. A földrengésre való tervezéskor kifejezetten fontos a különböző léptékű makettek, modellek kigondolása és elkészítése.

Az EERI (Earthquake Engineering Research Institute) minden évben megrendezi egyetemisták számára meghirdetett versenyét, a „Seismic Design Competition”-t (SDC) melynek követelménye egy balsafa makett elkészítése, mely különböző földrengésből adódó terhelésnek kell megfeleljen. A maketteket rezgő asztalon tesztelik és különböző kritériumok alapján adják a pontszámokat [3]. A

rezgő asztalon három különböző földrengés-szimulációnak vetik alá a struktúrákat. Ezek közül a „Northridge” és az „El Centro” valós, megtörtént földrengések. A harmadik földrengés, a „Davis” mesterséges földrengés, melyet erre a versenyre generáltak (és amely több tekintetben is felülmúlja az előző kettőt).

2. Tervezési kritériumok

A makett tervezésénél különböző kritériumok lettek figyelembe véve. Több irányt adó szempont alapján is el lehet indulni. Az alap elgondolás egy merev struktúra létrehozása volt, mely elsősorban az alkotó elemek szilárdságára, merevségére hagyatkozik. Ebből kiindulva elsősorban az anyagjellemzőkre kell figyelni. Több típusú balsafa létezik, melyek között a legjelentősebb különbség talán a sűrűség. A sűrűség döntően befolyásolja a rugalmassági modulust amely gyakorlatilag meghatározza, hogy hogyan viselkedik az anyag terhelésre. A sűrűség alapján megkülönböztethetünk könnyű valamint közepes balsafát. A kitézött elgondolás alapján haladva a strukturális elemek nagyobb részénél közepes sűrűségű balsafa lett felhasználva.

1. táblázat. A balsafa tulajdonságai – összegzés és összehasonlítás [1]

Fafajta	Sűrűség [kg/m ³]	E [MPa]	σ [MPa]		
			Húzás	Összenyomás	Hajlítás
Könnyű balsa	107	1803	10.89	3.73	10.13
Közepes balsa	143	3590	16.31	6.31	17.95
Tülevelű C24	420	11000	14.00	21.00	24.00
Lombhullató D30	640	10000	18.00	23.00	30.00

Hasonlóan meghatározóak a makettben felhasznált keresztmetszetek. A versenyszabályzat itt eléggé visszafogó kereteket szabott, mivel a keresztmetszet egy oldala sem haladhatta meg legtöbb esetben a 6 mm hosszúságot [2]. Ez korlátozta a „lap” jellegű strukturális elemek felhasználását. A felhasznált elemek keresztmetszet-méreteinek kiválasztásánál figyelembe lett véve a funkciók közötti különbségtétel. Az általunk felhasznált elemek méretei.

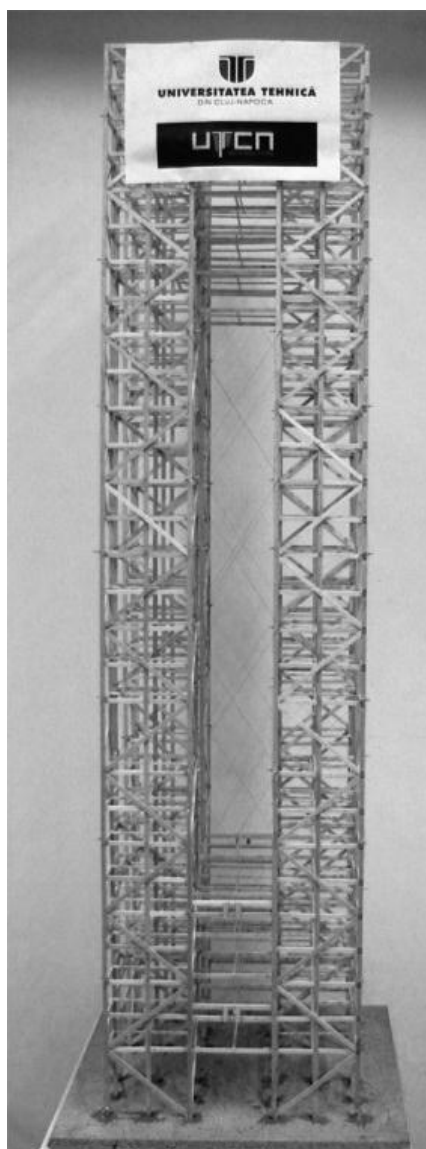
2. táblázat. Az általunk felhasznált elemek méretei

Elemtípus	Méret (mm)
oszlop	6x6
gerenda	3x3
szélrács	6x3

3. Strukturális viselkedés

Egy épületnek a földrengésre való „válasza” a strukturális viselkedés függvénye. Egy merev struktúra esetében ez az alkotóelemek olyan jellegű összehangolását jelenti, mely csökkenti az elmozdulásokat és ugyanakkor kellően egynemű rendszert eredményez. Törekedni kell a strukturális elemek, a

merevítések egyenletes elosztására. Erre úgy a síkban, mint a különböző magasságokon figyelni kell. Ugyanezen okból, valamint a tesztelés mikéntjéből adódóan fontos, hogy az épületnek legalább két szimmetriatengelye legyen. Az anyagnak a térbeli eloszlása határozza meg egy testnek a súlypontját. A földrengésből származó erők eredője hozzávetőlegesen ezen a ponton halad át. Az alkotó részek merevsége alapján lehet meghatározni a merevségi súlypontot. A test a földrengés hatására származó erők hatására a merevségi súlypont körül forog. Ideális esetben ez a két súlypont egybeesik. Amennyiben nem, úgy csavarodás, torzió lép fel, amely többletterhelést ad az alkotóelemeknek.



1. ábra. A makett első megépített változata.

A kiválasztott struktúrát az alaprajz négy sarkába elhelyezett merev oszloplábak jellemzik, melyek kiemelték az épülettestben kialakított bemetszést. Az alsó, valamint a felső három szint, melyben nincs bevágás összefogja a négy oszlopot, arra kényszerítve őket, hogy egységesen lépjenek fel a földrengésből származó terhelés ellen. Ez a megoldás építészmérnöki szempontból nagyon tetszetős volt, de nem nyújtott kielégítő megoldást több, a verseny által támasztott követelményre. A terhek

megközelítőlegesen szimulálásáért az épületre 3 szintenként (kb. 15 cm) megadott súlyú nehezékeket kell elhelyezni. A súlyok felfogása az épület közepén átfűzött rúddal történik. A bevágás következtében a rudak kevesebb ponton támaszkodnak és az így adódó erőkoncentrációk kevésbé előnyösek.

4. Következtetések / Összefoglaló

A makett tesztelése után újabb strukturális koncepció kidolgozása kezdődött el, mely jelentősebb mértékben összhangban áll a verseny által támasztott követelményekkel. A felhasznált szempontok lehetővé teszik a célként kitűzött makett megvalósítását, elméleti háttérrel biztosítva, de nem illeszkednek teljes mértékben a verseny követelményeihez. Bár jelen dolgozat alapja egy versenyre való felkészülés, mégis az elméleti eredményeket és a gyakorlatban való felhasználhatóságot hangsúlyosan el kell különíteni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a “Collegium Talentum” intézetet a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

Irodalom

- [1] Bíró, Cs., és mások: *Balsafaépület-makett szeizmikus próbája*, 14. Műszaki Tudományos Diákkonferencia, Orizonturi Universitare kiadó, Temesvár, 2012 (ISBN 978-973-638-502-5)
- [2] EERI SLC Seismic Design Competition, *Official Rules*, http://slc.eeri.org/2013_SDC_Rules.pdf
- [3] EERI SLC Seismic Design Competition, *Competition Guide*, http://slc.eeri.org/2013_SDC_Guide.pdf

Vekov Imre, hallgató

Munkahely: Kolozsvári Műszaki Egyetem

Cím: 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu utca, 15 szám

Telefon / Fax: +40743826904

E-mail: wimrew@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

BETONKENU ÉPÍTÉSE VERSENYZÉS CÉLJÁBÓL

VEKOV Imre

Abstract

The concrete canoe competitions through the world imply to put in practice the theoretic knowledge. When designing a concrete canoe we face challenges that require precise theoretical knowledge and experience. Many fields are related including concrete fabricating technology, the study of the ideal canoe shape and the rowing techniques. When using concrete as a construction material because of the specific characteristics we face certain boundaries. These usually limit the choice of the canoe shape and the used solutions. To improve these characteristics we usually use additives and other reinforcing materials. Many structural and safety considerations also determine the final choice of shape and material. At a competition almost the same importance has the rowing team who determine the used techniques and the speed competitions strategy. The above mentioned considerations, the new technologies, the constant improvement make a concrete canoe competition a challenge for every engineer.

Key words:

concrete, canoe, shape, technology

Összefoglalás

Egyre gyakrabban szerveznek szerte a világon betonkenu versenyeket, mely során a kenu megépítése mellett a gyorsasági versenyre helyeződik a hangsúly. Az ilyen jellegű versenyeken többek között az elméleti tudás gyakorlatba ültetésén van a hangsúly. Egy betonkenu építése során olyan akadályokba ütközünk, melyek áthidalására tapasztalatra és jelentős elméleti felkészültségre van szükség. A kapcsolódó témakörök szükségessé teszik a betontechnológia, a forma valamint a kenu meghajtási technikáinak alapos ismeretét. A beton felhasználása során a sajátos tulajdonságai határokat szabnak a kidolgozott kenuforma kivitelezésének. A tulajdonságok javítása valamint módosítása érdekében különböző adalékanyagokat és kiegészítő eszközöket is fel lehet használni. Különböző biztonsági és strukturális szempontok úgyszintén jelentősen befolyásolják a kiválasztott megoldásokat. Egy verseny esetén hasonlóan fontosak a kenuban felhasználható testtartások ismerete is. Az ismertett szempontok, a megújuló technológiák, a folyamatos fejlődés következtében egy betonkenu építése mindig kihívás fog maradni a mérnökök számára.

Kulcsszavak:

beton, kenu, technológia, forma

1. Bevezetés

A dolgozat alaptörekvése egy betonkenu építési folyamatának a bemutatása és az ehhez kapcsolódó fogalmak tisztázása. Az építési folyamat mellett hasonlóan fontosak a versenyek jellegéből adódó követelmények valamint a versenykiírásokban megfogalmazott egyéb szabályok. A hivatkozott információk jelentős része a 2012-es Ráckeve-n megrendezett I. Magyar Betonkenu Kupáról származik és elsősorban a Budapesti Műszaki Egyetem csapatának tapasztalataira épül.

A kenu kisméretű hajó melyet a menetiránnyal megegyező irányban ülők általában kenu lapáttal hajtanak. Legtöbbször, megfelelő tapasztalat esetén, egy ember egy oldalon evez. A leghátul evező

ember a kormányos, aki a lapátja felhasználásával irányítja a kenut. Napjainkban nagyon sok helyen használjuk fel a betont. Természetesen az általános felhasználás az épületek teherviselő szerkezetek terén nyilvánul meg. Az elmúlt évek, évtizedek viszont egyre inkább kihangsúlyozzák a beton különlegesebb, művészi vagy kevésbé szokványos felhasználási lehetőségeit. A beton „kenuformában” történő felhasználása több jelentős technológiai akadályt is gördít a tervezők-kivitelezők útjába. Alapelvárás, hogy a kenu a lehető legkönnyebb legyen és megfelelően zárja a vizet. A beton jellegéből adódóan viszont nagy sűrűségű, tehát nehéz és a mikrorepedések következtében nem minden esetben alkalmazható vízzáróként. Az ebből adódó megkötések a tervezés minden fázisa során megmutatkoznak. A legelső szakaszokban, a forma meghatározásánál, a kivitelezési technológia eldöntésénél jelentősen befolyásol és megköt a betontechnológia több-kevesebb ismerete.

2. Kenuforma és a felhasznált anyagok

Az első lépések egyike a kenu formájának a kidolgozása. Egy verseny esetében az áramvonalasságra kell törekedni. Az így kapott forma ideális esetben elég könnyű lesz ahhoz, hogy ússzon a vízen. Jelentős erőpróba a megfelelő zsaluzat elkészítése. Természetesen fel lehet használni egy már meglévő kenut vagy egy kenu alapján üvegszállal és műgyantával szerkesztett zsaluzatot. Kenu hiányában meg lehet kísérelni egy kellően karcsú zsaluzatot építeni elemi geometriai formák felhasználásával.

Talán a beton legfontosabb tulajdonsága, hogy jelentős különbség észlelhető a nyomó valamint a húzószilárdsága között. A beton nyomószilárdsága többszöröse a húzószilárdságának. Általában a beton felhasználása során, így természetesen egy kenu esetében is, elkerülhetetlen, hogy a kevésbé előnyös, húzó erők hassanak a struktúránkra. Ezeket megfelelő konstrukcióval, építményeknél betonacél felhasználásával valamint kenuknál háló felhasználásával lehet ellensúlyozni. Ez az üvegszál háló több szerepet is betölt. Elsősorban segít a betonnak a húzó erők felvételében, de ugyanakkor a biztonság szempontjából is jelentős. Megfelelő szaktudás esetén a kenu falának a vastagsága mindössze néhány milliméter. A kenuba belépő, illetve a kenuban térdelő láb alatt jelentős feszültségkoncentráció keletkezik. A lokális terhelés miatti törés során, háló nélkül jelentős sérüléseket okozhat, valamint ha ez a kenu esetleges befordulásakor következik be fokozott veszélyt jelent.



1. ábra. Üvegszál háló

A felhasznált betonfajta elsősorban az előállítási technológiától valamint a kenu viselkedésének általános elgondolásától függ. Egy könnyű hajótest eléréséhez különböző könnyű adalékanyagokat lehet felhasználni. Ugyanakkor a kenu ellenállásának növelésére különböző szálerősítéseket lehet felhasználni (üvegszál, fémszál). A beton receptjének meghatározásakor figyelembe kell venni az öntési technológiát. Ettől függ, hogy milyen konzisztenciájú betont szükséges kikeverni.

Sokszor követelmény, hogy a kenutest beborulás esetén maradjon a víz felszínén. Ezt a hajótest vízzel való megtöltésével szokták tesztelni. Több versenyen megengedik a felúszó testek használatát, hogy esetleges beborulásakor, nehezebb típusú beton felhasználása esetén a hajó ne süllyedjen el. Hasonlóan versenykövetelmény, hogy a kenu szélét „koptató” védje. Ez egy általában műanyag védőréteg, amely meggátolja, hogy a kenu hajtása során a kenu szélével érintkezzen a lapát. A kenu széle sérülékenysége mellett sérülésforrás is az esetleges kiálló szálak miatt.



2. ábra. Betonréteg kézi felvitele a kenutestre

3. Verseny sajátosságok

Egy betonkenu versenyen a helyezést nem föltétlenül a kenu gyorsasága dönti el. Bevett gyakorlat, hogy a helyezést eredményező pontszám három vagy akár négy részpontszám alapján kerül meghatározásra. Nagyon fontos a kenuknak a verseny előtt elvégzett vizsgálata. A technológia, a súly valamint a külső festés, burkolás mind beleszámít a végső pontszámába. Hasonlóan fontos egy igényes bemutató elkészítése a gyártási folyamatról. Néha csak ez alapján lehet a pontos technológiát, az alapanyagokat meghatározni. A gyorsasági (vagy néha szlalom) verseny az, ami a leglátványosabb a betonkenu versenyzésben, mégis ez az eredmény nem befolyásolja döntően a végeredményt. A testtartás függvényében megkülönböztetünk ülő valamint térdeplő helyzetből történő kenuhajtást. Komoly betonkenu versenyeken általában az utóbbi dominál. A különböző testtartásokra más és más előnyök jellemzőek. Ülő testtartás esetén a súlypont alacsonyabban van, ezáltal növelve a stabilitást.

Térdeplő testtartás esetén labilisabb a kenu, de a megnövelt mobilitás hatására így lehet a legnagyobb sebességet elérni.



3. ábra. A kenu felületének alakítása

4. Következtetések / Összefoglaló

Egy betonkenu építése mindig is kihívás marad úgy a mérnököknek, mint bárki más érdeklődőnek. Mind újabb és újabb technológiák fejlődnek ki, amelyekkel javítani lehet a kenuk eredményein, mégis az alapismeretek, a beton és a kenu fogalmának az összeegyeztetése az ami a legfontosabb marad. Ezt az ismeretet kell tudnia elsősorban annak aki betonkenu tervezésébe-készítésébe kezd.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a dr. Balázs György tanár urat (BME) és a “Collegium Talentum” intézetet a támogatásért, úgy a kutatási téma, mint e közlemény megvalósításáért.

Irodalom

[1] I. Betonkenu Kupa 2012. június 22. Ráckeve, *Versenyszabályzat*, <http://www.betonkenu.hu/wp-content/uploads/2012/04/BetonkenuKupaversenyszabalyzat20120418.pdf>

Vekov Imre, hallgató

Munkahely: Kolozsvári Műszaki Egyetem

Cím: 400020, Románia, Kolozsvár, C. Daicoviciu utca, 15 szám

Telefon / Fax: +40743826904

E-mail: wimrew@gmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSAPADÉKVÍZ NEHÉZFÉM TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA DEBRECENBEN

VERES Gábor, GYURKÓ Vivien, FÓRIÁN Sándor

Abstract

Just few researchers consider that the quality of storm water is an interesting and important topic. The fallen rainwater can contain hazardous impurities and we can be direct contact with them and the end of the process the runoff rainwater flow to the natural waters or infiltrate to the soil. In our studies the runoff water quality of center of Debrecen was examined.

Keywords:

rain water, heavy metals, ICP-OES, quality of rainwater, threshold limit

Összefoglalás

A csapadékvíz minőségi vizsgálatával kevés kutató foglalkozik. A lehullott és lemosott csapadékvizeket pedig fontos vizsgálni, mert sokfajta szennyezőanyagot tartalmazhatnak, közvetlen kapcsolatba kerülünk velük, valamint a folyamat végén a természetes vízháztartásba kerülhetnek, és szerepet játszhatnak az egyensúly megbomlásában. Cikkünkben, Debrecen belvárosában vett pontmintákból vizsgáltuk a csapadékvízben lévő nehézfém-tartalmat.

Kulcsszavak:

csapadékvíz, nehézfém terhelés, ICP-OES, csapadékvíz minőség, határérték

1. Bevezetés

A városokban egyre több gondot jelent a lehullott csapadékvíz mennyisége és minősége. A városok vízgazdálkodásában a mennyiségi probléma sokkal nagyobb szerepet kap, mint a minőségi. A csapadékvíz minőségével kapcsolatban is egyre több aggodalom fogalmazódik meg, köszönhetően a különböző ipari tevékenységek, és a közlekedés által okozott légszennyezésnek. Régebben csak a csapadékvíz (a Föld északi féltekén) emelkedő savtartalma okozott és okoz problémákat, míg napjainkban az emberek figyelme egyre inkább a mikro-szennyezők irányába tolódik. Ezért cikkünkben a városi csapadékvíz nehézfém-tartalmának vizsgálatával foglalkoztunk.

2. A debreceni csapadék mennyisége, minősége

A felhőkből hulló csapadékok vize színtelen, szagtalan, gyengén savas kémhatású, és nagyon kevés oldott anyagot tartalmaz. Az esővíz a légszennyezést is magával hozza. (CO₂, NO_x, SO₂) Ennek az egyik következménye a savas kémhatás. [1]

A Debreceni csapadék mennyisége kevés, eloszlása pedig igen kedvezőtlen, nagyfokú az ún. „aszályos időszakok” kialakulásának lehetősége. A terület hőmérsékleti mutatói emelkedő tendenciát jeleznek, ami a szélsőséges állapotok gyakoribb kialakulását okozhatja. [4]

A fent leírtakból következik, hogy a jövőben a légköri-szennyezőanyagok felhalmozódására kell számítani a város területén, ahonnan az azt követő nagyobb intenzitású csapadék esemény után bemosódhatnak a csatornahálózatba. [5]

3. A vizsgált elemek, lehetséges forrásaik, határértékeik

Mivel a csapadékvizek minőségét befolyásoló komponensekre nem léteznek itthon határértékek, így a 28/2004 (XII.25.) KvVM rendeletben találhatóakat vettük alapul. [7]

A mérések előtt kis koncentrációkra számítottunk, ezért a határértékének rendelet egyedi határérték minimális értékeit állapítottuk meg.

1. táblázat vizsgált elemek

Elemek	Határértékek	Forrás
Ólom [Pb]	0,05 mg/l	közlekedés (üzemanyagok kopogás-gátló anyaga), akkumulátorok
Kadmium [Cd]	0,005 mg/l	ötvöző-anyag, korrózió gátló–anyag a gépkocsigyártásban.
Cink [Zn]	0,5 mg/l	gépjárművek gumiköpenyének kopása során (cink-karbonát)
Réz [Cu]	0,1 mg/l	gépjárművek fékjeinek kopásából
Króm [Cr]	0,2 mg/l	gépjárművek fékbetéte, katalizátor, egyéb alkatrészek
Nikkel [Ni]	0,1 mg/l	fémötvözetek, akkumulátorok

4. Mintavétel és elemzés

A laboratóriumi elemzésre szánt mintákat a tágabb értelemben vett belváros három pontjáról vettük. A mintavételi pontokat igyekeztünk úgy kiválasztani, hogy lehetőleg közel legyenek egymáshoz, és eltérő használatúak legyenek a lemosott felületek.

Mintavételi helyek:

1. Mintavételi hely: Füredi utca (nagy gépjárműforgalmú útszakasz, jelzőlámpa környéke)
2. Mintavételi hely: Hajó utca (szerviz út)
3. Mintavételi hely: Kossuth tér (Csapó utca eleje, sétáló utca)

Magát a csapadékot a lefolyás helyén (víznyelőből) vettük. A mintavételt az általunk készített mintavevővel végeztük. A mintavevő-hengert a víznyelő lefolyási szintje alá függőlegesen belógattuk, hogy a lemosódó csapadékvíz egyenesen az edénybe érkezzon.

A mintákat 0,5 literes PET palackokban tároltuk, amiket minden mintavételnél legalább háromszor átöblítettük a mintával.

Mintavételezés során törekedtünk arra, hogy amint az útfelületről a lemosódás elkezdődött a lehető leggyorsabb vegyük a mintákat, hogy a burkolt felületeken jelenlevő szennyezőanyagokat az eső ne mossa be a csatornába. A nehézfém vizsgálathoz vett mintákat tömény salétromsavval tartósítottuk.

A mérési eredmények meghatározására ThermoFisher Scientific - iCAP 6300 Dual ICP-OES spektrométert használtunk, a Debreceni Egyetem AGTC Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet laboratóriumában. [2]

2. táblázat Mérési eredmények

Elem [mg/L]	Főtér okt. 8.	Főtér okt. 20.	Hajó utca okt. 8.	Hajó utca okt 21.	Füredi út okt. 8.	Füredi út okt. 21.	Határértékek
Cd	0,009±0	0,010±0	0,011±0	0,010±0	0,010±0	0,005±0	0,005
Cu	0,009±0	0,050±0	0,055±0,0 01	0,010±0,0 01	0,113±0,0 02	0,081±0,0 13	0,1
Cr	0,016±0	0,032±0	0,017±0	0,009±0	0,021±0	0,007±0	0,2
Ni	0,017±0	0,020±0	0,031±0,0 01	0,012±0	0,029±0	0,011±0,0 01	0,1
Pb	0,021±0,004	0,054±0,0 03	0,078±0,0 04	0,010±0,0 02	0,043±0,0 01	0,024±0,0 03	0,05
Zn	0,153±0,003	0,357±0,0 03	0,510±0,0 06	0,104±0,0 01	0,563±0,0 05	0,222±0,0 02	0,5

5. Mérési adatok kiértékelése és összegzés

A vizsgált minták nehézfém koncentrációinak az értéke egyik esetben volt kiugróan magas. (Ellentétben más szakirodalomban olvasottak alapján, ahol jelentős mennyiséget kaptak a mérések során.) [6, 8] Ez amiatt érdekes, mert az első mintavétel alatti csapadékesemény előtt csak szeptember elején hullott az adott területen csapadék és az is igen kis mennyiségű volt. Így nagy szennyezőanyag koncentrációkra számítottunk.

Az 2011. október 21.-i Hajó utcán vett mintákban minden elemnél alacsony koncentrációt tapasztaltunk. Meg kell jegyezni, hogy ebben az esetben történhetett talán komolyabb lemosódás, mert az adott esőzés alkalmával ez volt az utolsó mintavételi pontunk.

A *nikkelnél* és a *krómnál* mért koncentrációk még a legalacsonyabb határértékeket se közelítették meg, így ezek részletes elemzésével itt nem foglalkozunk.

A *kadmiumnál* mintavételi helyek és időpontok, nem mutattak nagy szórást az eredményekben. A kadmium a vizsgált elemek közül az általunk megállapított határértéket legtöbbször (5 alkalommal) lépte túl.

Az *ólom* két esetben lépte át a határértéket a két kevésbé forgalmas útszakaszon. Érdekes, hogy a második legmagasabb koncentrációt a Főtéren vett minta adta, míg a legforgalmasabb útszakaszon, csak megközelítette a határértéket.

A *cinknél* is két olyan pontot találtunk, ami a határértéket túllépi. Itt is a legmagasabb értéket az október 8.-ai Füredi úti mérésnél tapasztaltuk. A Zn származhat a gumiköpeny kopásából (intenzív fékezések), ami magyarázza, hogy miért itt mértük a legmagasabb koncentrációt. [3]

A **réz**nél már nagyobb szórással találkozunk. A két legmagasabb koncentrációt a legforgalmasabb mintavételi pont produkálta, de ebből csak egy lépte túl a határértéket. Vizsgálatunk során csak itt fordult elő, hogy egy vizsgált elemre ugyanazon a mintavételi helyen mértünk egymás után a legmagasabb koncentrációt. A réz a gépjárművek fékjeinek kopásából származhat, mivel ezen a szakaszon a gépkocsik intenzív fékezésre kényszerülnek a jelzőlámpa valamint a gyalogosátkelő miatt. A mérési eredmények értékeléséből látszik, hogy elég eltérő eredményeket kaptunk. Bizonyos esetekben megvalósult a nagy forgalom = nagy lemosott nehézfém koncentráció egyenlet (október 8. minták), de nem olyan „biztonsággal”, mint ahogyan mi számítottunk rá. Ennek számos oka lehet: eltérő a lemosott felületek nagysága, a lemosódás megtörtént már a mintavétel előtt, vagy pont ellenkezőleg még nem kezdődött meg, vagy valami gátolta a szennyezőanyagokat, hogy eljussanak a vízelnyelőig. Mi úgy gondoljuk, hogy a legtöbb esetben a szennyezők lemosása történhetett meg, még a mintavételi helyre érkezésünk előtt, mivel az ingázás a mintavételi pontok közt és maga a mintavétel kb. 10-15 percet vett igénybe. Tehát a csapadékvizek vizsgálata (munkaerő és megfelelő eszközök hiányában) meglehetősen körülményes. A körülmények nagyon gyorsan változnak, így szinte lehetetlen a legmegfelelőbb pillanatban, legjobb időben mintavétel helyén lenni és mintát venni. Megállapítottuk, hogy van összefüggés a területhasználat és a csapadékvíz nehézfém-tartalma közt, de nem sikerült pontos képet kapnunk a valódi állapotokról. Szükséges lenne egy pontosabb monitoring elvégzése több emberrel és jobb eszközökkel, annak érdekében, hogy pontosabb eredményeket kapjunk a csapadékvizeink nehézfém tartalmáról.

Irodalom

- [1] Gayer József – Ligetvári Ferenc: Települési vízgazdálkodás csapadékvíz-elhelyezés, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 2007.
- [2] Vass István – Erdős József – Szalay Dénes: Környezetvédelmi mérések, SZIF, Győr, 2000.
- [3] Antero Aitio – Céline Boudet et al: Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution, WHO, 2007.
- [4] Debrecen megyei jogú város környezeti atlasza, Tiszántúli Környezetvédelmi Természetvédelmi Vízügyi Felügyelőség, Debrecen, 2010.
- [5] Medgyasszay Péter és munkatársai: Az éghajlatváltozás csökkentése és az alkalmazkodás lehetőségei az épített környezet alakításával, Független Ökológiai Központ, 2007.
- [6] Dr. Buzás Kálmán: Az utakról lefolyó csapadékvizek vizsgálatának eredményei, előadás anyag, 7. Országos MaSzeSz konferencia, Lajosmizse, 2006.
- [7] 28/2004 (XII.25.) KvVM rendelet.
- [8] Naszradi Tamás: A közúti járműforgalom nehézfém szennyező-hatása az utak melletti talajra és növényzetre, Gödöllő, 2009.

Veres Gábor, Gyurkó Vivien, hallgatók és **Fórián Sándor**, adjunktus (doktorjelölt)
 Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék
 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
 gaborveres86@gmail.com, gyurkovivien@gmail.com, forian@eng.unideb.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ÉPÍTŐANYAGOK KAPCSOLATA A BELTÉRI ELEKTROSMOGGAL

Vizi Gergely Norbert

Abstract

There is an increase in the spreading of wireless telecommunication, which rises health question in many people and researcher. This makes it more and more important to take into consideration and indicate among the well-known constitutive parameters of building materials the properties connected to electromagnetic behavior. In this paper a short summary is given about such parameters of some basic building materials, and through computer simulations of the same virtual reference building with different building materials it will be compared and showed the different in house electrosmog level, first without any openings then with openings. Conclusions will be given in material usage, and in shielding aspects.

Key words:

Building material, permittivity, conductivity, in-house electrosmog, sick building syndrome

Összefoglalás

Napjainkban a gyorsan terjedő vezeték nélküli kommunikáció terjedésével és ennek egészségügyi hatásainak kérdéseivel egyre inkább fontos az építőanyagaink jól ismert tulajdonságain kívül a dielektromos tulajdonságaikat is figyelembe venni és az anyagtáblázatokban feltüntetni. Ebben az írásban egy rövid összefoglalót adok a főbb építőanyagok ilyen tulajdonságairól, valamint számítógépes szimulációkon keresztül mutatom be és hasonlítom össze ugyanannak a virtuális minta-épületnek különböző anyagokból épített változatában keletkező beltéri elektroszmozgot ablaknyílás nélküli, és ablaknyílással ellátott állapotban. Következtetést vonok le anyaghasználatból és árnyékolási szempontokkal kapcsolatban.

Kulcsszavak:

Építőanyagok, dielektromos tényező, vezetőképesség, beltéri elektroszmozg, beteg épület szindróma

1. Bevezetés

Napjainkban egyre gyorsabban fejlődő és elterjedő vezeték nélküli kommunikációs hálózatok szövik át a világot, hálózzák be a városainkat, de még nem teljesen tisztázott ezeknek biológiai hatása a környezetünkre, valamint az emberi szervezetre, de a kutató feladata hogy vizsgálja, ezek hatását és megelőzze az esetleges egészségügyi következményeket. Egyre inkább elterjedő fogalom az angol Sick Building Syndrome (Beteg épület szindróma), ami olyan betegségekre utal, ami az egészségtelen lakókörnyezet miatt alakul ki, aminek lehet oka a kevés fény, penészedés, dohos környezet, vagy a túlzottan magas elektromágneses sugárzás [1]. Mint építéstudománnyal, építészettel foglalkozó szakember, meg kell vizsgálni az építőanyagok hatását és viselkedését az újonnan megjelenő környezeti hatásokkal, mint pl. elektromágneses sugárzásokkal szemben is.

2. Építőanyagok

Építőanyagoknak összetett tulajdonságaik vannak: tömeg, sűrűség, nyomószilárdság, rugalmassági modulus, hővezetési tényező, stb. Ezeken a napjainkban jól ismert tulajdonságokon kívül az anyagok rendelkeznek elektromos tulajdonságokkal, amik meghatározzák, hogy mennyire áll ellen az alacsony, illetve magas frekvenciás rádióhullámoknak. Ezek a paraméterek a frekvencia függvényében változnak, ezért nem lehet egy konkrét értéket megadni, a gyakran használt frekvencia tartományokban kell ezeket meghatározni.

A következőkben néhány építőanyag irodalomban fellelhető elektromos paramétereit mutatom be.

Tégla az egyik leggyakoribb építőelem, 1.7-18GHz között végzett vizsgálatok a dielektromos állandót (ϵ) 4,62 és 4,11 (-) között, nem lineárisan változóként adja meg. A vezetőképesség (σ) 0,0174 - 0,0364 (S/m) között változott [3].

Beton építőanyag előállítás az összetevők (homokos kavics, cement, víz) különböző arányú összekeverésével történik, így feltételezhetjük, hogy a különböző keverési arányok más dielektromos tulajdonságokat mutatnak. A vizsgálatok 1-9GHz között, a beton száraz állapotában folytak, és a szerzők [4][5] a komplex dielektromos állandót (permittivitást) 5-7 között mérték, az imaginárius részt pedig 0,1-0,7 között. Az imaginárius részből számolható a vezetőképesség (1):

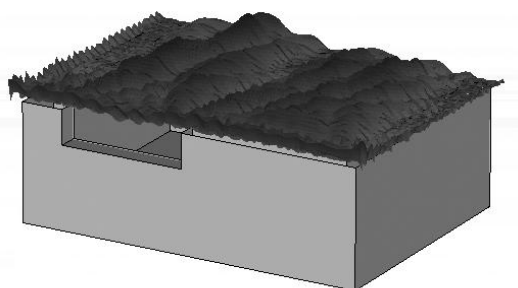
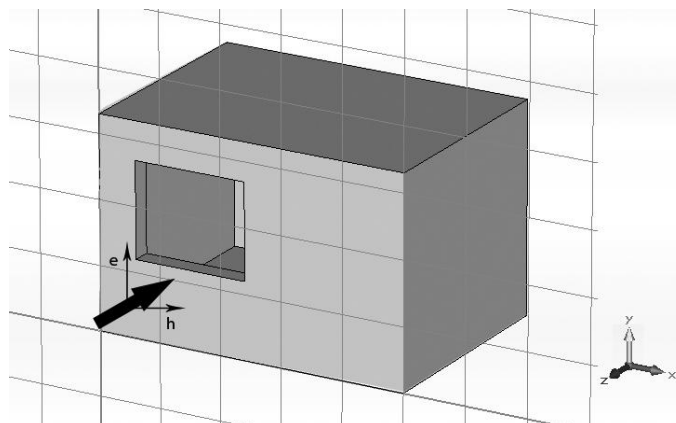
$$DxH = j\omega\epsilon_0(\epsilon_r + \frac{\sigma}{j\omega\epsilon_0})E \quad (1)$$

Könnnyűbeton esetén a komplex permittivitás 2-2,5 között változott, az imaginárius rész pedig 0.12-0.5 között.

A vizsgálatokból megállapítható, hogy a beton minták permittivitása nem változik szignifikánsan a frekvencia vagy a keverési arányok függvényében, azonban jelentős különbség látható a normál és a könnyűbeton között.

Vasalt beton szerkezetek esetén az összefüggő vasalat is hatással van az egész szerkezet dielektromos tulajdonságára, ezért ezeknél a falaknál az olyan paramétereket, mint a vasalatok távolsága és átmérője, is figyelembe kell venni.[6]

Üveg, főleg napjainkban, egyre nagyobb felületét foglalja el az épületeknek, ezért fontos ezzel az anyaggal is foglalkoznunk. Az üveg dielektromos állandója, ugyan úgy, mint a betoné, erősen függ az üveg összetételétől, de nem függ a frekvenciától. A kereskedelmi üvegek esetében ez 4-9 körüli érték. A tangens δ , az a paraméter, ami leírja a veszteségeket az anyagban, értéke pedig 0,00005-0,035 közötti [7] nagyon kicsi érték. Mivel az üveg maga is vékony szerkezet ezért elhanyagolható a hatása belső térre. Ezt az állítást CST Microwaves Studio programban, egy olyan szimulációs programban ellenőriztem, ami a Maxwell egyenleteket véges elemes integrálással megoldva ad eredményt minden egyes vizsgálandó pontban.



1. ábra. A modellépület rajza. Mérete: 5m x 3,6m x 3,3m falvastagság 0,3m és az elektromos mező grafikus ábrázolása 3D-ben

A szimulációkban azt vizsgáltam, hogy különböző építőanyagok alkalmazása esetén hogyan változik, ha változik a belső elektromágneses tér. A vizsgált frekvenciatartomány 1GHz, ami nagyon közel van a 900MHz-es mobiltelefon hálózat frekvenciájához. A térerősség 1 V/m, mérési magasság padlóvonaltól 1,4m.

Az első teszt sorozatban teljesen zárt (nyílás nélküli) belső teret vizsgáltam, hogy a nyílások ne befolyásolják az eredményt Téglá és beton építőanyagok alkalmazásánál semmit sem csökken, vasalt beton szerkezetnél már tapasztalható némi árnyékolás. A mérési adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Beltéri elektromos és mágneses tér különböző építőanyagok esetén

Építőanyag	max. elektromos térerősség	max. mágneses térerősség
Tégla	1,23 (0,8) V/m	0,00398 A/m
Beton	1,2 (0,9) V/m	0,00525 A/m
Vasalt beton 20x20 rács	1,05 (0,95) V/m	0,006318 A/m
Vasalt beton 10x10 rács	0,9 (0,7) V/m	0,004767 A/m

A táblázatból az is látható, hogy téglá és beton falnál a belső térerősség nagyobb, mint a besugárzott térerősség. Ez a belső térben történt reflexiókkal magyarázható. Zárójelben a fal utáni 0,5 méteren számolt térerősséget, a zárójel előtt a belső térben mért maximumot adom meg.

Nyílások elhelyezésével (amik mindennapi életünkhöz elengedhetetlenek) a belső elektromágneses tér megnövekszik, hiszen a hullámok akadálytalanul jutnak a belső térbe. A szimulációkból kiderül, hogy a visszaverődések hatására ez zárt térben akár 1,5-2 szeres növekedés is lehet. Nyílások elhelyezése után a falak anyagának változtatása szinte nem befolyásolja a belső elektromágneses tér maximumokat.

7. Következtetések / Összefoglaló

Szükséges, de nem elegendő egy építőanyag bizonyos fal szakaszon mért vagy számolt dielektromos tulajdonságait ismerni és árnyékoló hatékonyságát (dB) megadni, mert egy helyiségben, belső térben a visszaverődésekből felhalmozódások jönnek létre. A távközlésben használt frekvenciák megválasztásának célja, hogy áthatoljanak a falakon, amit elektromosan vezető anyaggal lehet árnyékolni. A vasalt szerkezetek már mutatnak némi csökkentést, de mindez a vasalatok közötti távolság és kapcsolat függvénye. Az üvegezett felületek az épületek ilyen szempontból leggyengébb pontjai, mivel szinte semmit sem védenek, mint ahogy a hőszigetelő képességüket, az elektromos árnyékoló képességüket is növelni kell. Ez felveti az árnyékoló anyagok helyének és anyagának jól megválasztásának kérdését, amit a cikk megírása alatt is vizsgállok.

Irodalom

- [1] PA Vroon: *Ziekmakende Gebouwen en de evolutie van de mens*. Bouwfysica 2, 1991 18-25 oldal
- [2] Afsar, M.N., Birch, J.R., Clarke, R.N: *The measurement of the properties of materials*, IEEE, Proceedings of the IEE, Vol.47.No 1, 1986.
- [3] Landrnn, O., Feuerstein, M.J., Rappaport, T.S: *A comparison of Theoretical and empirical reflection coefficients for typical Exterior wall surfaces in a mobile radio environment*, IEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.44, No.3. 1996
- [4] Shah, M.A., Hasted, J.B., Moore, L: *Microwave absorption by water in building materials: Aerated concrete.*, British J. of Applied Physics, Vol. 16, 1965, 1747-1754.oldal
- [5] Hasted, J.B., Shah, M.A: *Microwave absorption by water in building materials*, British J. of Avvlied Physics, vol.15, 1964, 825-836.oldal
- [6] Richalot, E., Bonilla, M. et al.: *Electromagnetic propagation into reinforced-concrete walls*, IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol.48, No.3, 2000, 357-366.oldalak
- [7] Stevels, J.M: *The electrical properties of glass*, Handbuch der Physik, Vol. 20, Berlin. 1957

Vizi Gergely Norbert, doktorandus

Munkahely: SZIE-YMÉTK Építészmérnöki Intézet

Cím: 1146, Magyarország, Budapest, Thököly út 74

Telefon / Fax: +36-1 -2521270

E-mail: Vizi.Gergely.Norbert@ybl.szie.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

HADFIELD ACÉL KEMÉNYSÉGVÁLTOZÁSA ROBBANTÁSOS ALAKÍTÁS HATÁSÁRA

VÖLGYI Bálint, KOVÁCS-COSKUN Tünde, SIKARI-NÁGL István

Abstract

This austenitic steel contains approximately 1.23% carbon and 12,5% manganese. It exhibited high toughness, high ductility, high work hardening ability and excellent wear resistance. Because of these properties Hadfield's austenitic manganese steels a useful Engineering material. We tested the explosion effect for the hardness changing.

Keywords:

hardening, explosion deformation, microhardness

Összefoglalás

Egyes gépészeti feladatok megoldása során gyakran alkalmazott, és bevált módszer a különféle felületkezelő technológiákkal kezelt gépelemek beépítése és üzemeltetése. Ezen technológiák lehetőséget adnak a kezelt munkadarabnak, hogy az eltérő jellegű igénybevételeknek ellenálljon. A robbantásos fémmegmunkálások tárgykörébe tartozó robbantásos felületkeményítéssel, az alkatrész felületétől egy meghatározott mélységig növeljük a keménységet ez által lehetőséget adva a különféle koptató hatásokkal szembeni ellenállásnak, míg az alsóbb rétegek megőrizhetik szívósságukat így felvéve a mechanikai terheléseket.

Kulcsszavak:

keményítés, robbantásos alakítás, mikrokeménység

1. Bevezetés

A hadfield acél kemény, kopásálló ausztenites mangánacél. Nagyon jó szívóssági és hegeszthetőségi tulajdonságokkal bír. Ezen acéltípus különlegessége, hogy képlékeny alakváltozás hatására szilárdságnövekedés következik be, ezért különösen jól alkalmazható ütés, vagy nyomás okozta koptató körülmények esetén. A koptató igénybevétel okozta felkeményedés leginkább a felületre korlátozódik, így a belsőbb rétegek megőrzik szívósságukat. Az általunk robbantással mesterségesen keményített darabokon mikrokeménység mérésel vizsgáltuk a keménységváltozás mértékét, valamint annak eloszlását.[1]

2. Kísérletek

Egy 7mm vastagságú egyik oldalán (háttoldal) szemcseszórással keményített hadfield acéllemezből (2. táblázat) azonos méretű (150x200 mm) próbatesteket vágunk ki, majd két különböző módszerrel

keményítettük. A darabok mindegyikén a kísérletek megkezdése előtt szemcseszórásos keményítést végeztek, mely a darab 110-120 HV_{1,2} keménységét növelte (3. táblázat).

A robbantással keményített darabok közül az egyik darabnál hagyományos por formájú robbanóanyagot (permon 10T), a másiknál PVC bevonatú robbanózsínort alkalmaztunk.

Az eljárások során a robbanáskor létrejött gázok nagy nyomását használtuk a szilárdság növekedéshez szükséges képlékeny deformáció létrehozására.

$$\text{A keletkezett gázok nyomása [2,3]: } p = v_d^2 \rho_0 \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho} \quad (1)$$

Ahol: v_d – robbanóanyag detonáció sebessége (m/s)

ρ_0 – robbanóanyag sűrűsége (kg/m³)

ρ – a detonáció által létrehozott gázok sűrűsége (kg/m³)

(p értéke 10⁹...10¹⁰ Pa nagyságrendű)

1. táblázat A használt robbanóanyagok paraméterei

	Permon 10T	Robbanózsínór (pentrit)
v_d [m/s]	3200	6800
ρ_0 [kg/m³]	850	1700

A robbantással keményített darabokból mintákat vettünk, mikroszkópi csiszolatokat készítettünk, ezeket 4%-os Nitallal marattunk. A vizsgálatok során ugyanazon rétegek mikrokeménységét mértük (HV_{1,2}) három sorban a darab felületének, hátoldalának közelében valamint a középvonalában összesen 15 mérést végeztünk, így átfogó képet kaptunk a keménységeloszlásról. Ugyanezen alapelvek szerint méréseket végeztünk egy nem robbantott darabon és összehasonlítottuk az eredményeket.

2. táblázat Hadfield acél kémiai összetétele

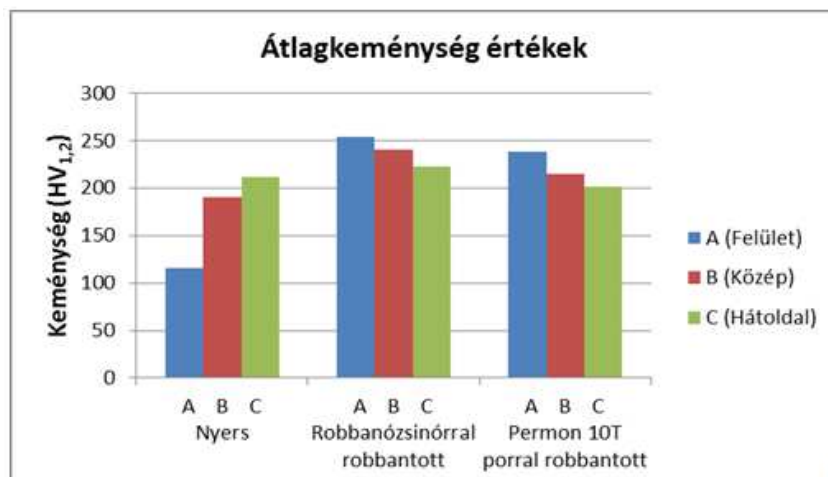
Acél jele	C%	Si%	Mn%
X120Mn12	1,23	0,4	12,5

3.Eredmények és következtetések

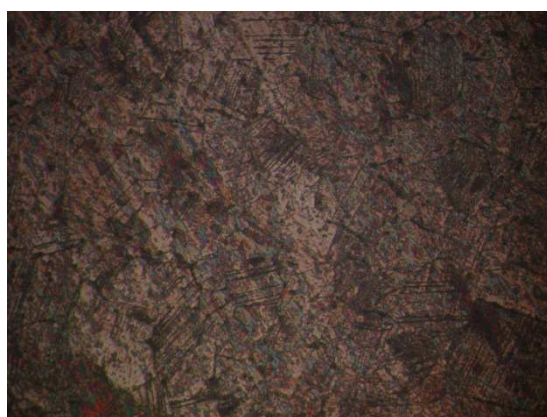
A nyers darab méréseinek átlagából látszik, a lemez egyik felét (a C réteghez közelebbi hátoldal) szemcseszórással keményítették, melynek eredményeként keménységnövekedés következett be (3. táblázat).

3. Táblázat. Mérési eredmények átlagai [HV_{1,2}]

	Nyers	Robbanózsínór	Permon 10T
A (felület)	116,23	253,795	238,396
B (közép)	190,584	240,745	214,757
C (hátoldal)	211,235	222,48	201,887



1.ábra A keménységek a lemezek felületén közepén és hátoldalán



a.) Permon 10T



b.) Robbanózsínór

2.ábra Robbantással keményített lemezek martenzites szövetszerkezete N x 625

Robbantások során a lemez nem szemcseszórt felületén (az A felülethez közelebbi) helyeztük el a robbanóanyagot. A robbantásokkal elért keménységnövekedés a felületen nagyobb mértékű, mint a robbantás felületétől távolabbi rétegekben, de ezeknél a rétegeknél és mérhető keménység növekedés következett be. A két robbanóanyag közül a robbanózsínórral lehetett nagyobb keménységváltozásokat elérni, melyet az eltérő robbanóanyag paraméterekkel lehet magyarázni, ezen belül a detonáció sebesség a legmeghatározóbb tényező, amely esetünkben több mint duplája volt a Permon 10T detonációsebességéhez képest. Mindkét esetben az ausztenites szerkezet martenzitessé alakult át a robbantás hatására.

Továbbá mindkét robbantott próbatest esetén megfigyelhető, hogy az egyes rétegek keménységei közel azonos értéken mozognak, nem figyelhető meg drasztikus keménységcsökkenés a keresztmetszetekben. Tehát a robbantások hatására nem csupán a felületi rétegeket, hanem a teljes keresztmetszetet sikerült keményítenünk. Egyes kutatások szerint robbantásos keményítéssel akár 39 HRC keménység is elérhető.[7]

4. Összefoglaló

A hadfield acéllemez robbantásos keményítését sikeresen elvégeztük, a keménységváltozás mértékét és eloszlását megmértük és a következő tapasztalatokhoz jutottunk. Át kell gondolni a technológia alkalmazhatóságát, ha kifejezetten a felületi rétegeket szeretnénk keményíteni, célszerűbb vastagabb lemezek lennie a munkadarabnak, ellenkező esetben a robbanás hatása az egész keresztmetszetet érinteni fogja, és közel egyenletes keménységet kapunk. E mellett a robbantási technológia is nagymértékben befolyásolja a kapott eredményt. A robbanóanyag típusával és annak alkalmazott mennyiségével változtatható a keménységváltozás mértéke, valamint a robbantás hatásának mélysége.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

The project was realized through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund (TÁMOP-4.2.1. B -11/2/KMR-2011-0001).

Irodalom

- [1] <http://www.boehler.hu/hungarian/files/K700.pdf>
- [2] Völgyi, B. Sikari-Nágl I. *Robbantással plattírozott acél/alumínium lemezpár keménységvizsgálata*, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 3. szám 2012. pp. 119-143.
- [3] Szalay A., Puskás, J.: *Nemesfém-takarékos érintkező anyagok előállítása robbantásos plattírozással*; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982. pp. 172-177.
- [4] Kovács-Coskun, T. Völgyi, B. Sikari-Nágl I. *Robbantásos plattírozású fémlamezek szerkezetének vizsgálati lehetőségei*, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. különsz. 2012. pp.140-144.
- [5] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp.38.
- [6] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II.*, EME, Kolozsvár, 2010. pp.184-204.
- [7] F.C. Liu, B. Lv, F.C. Zhang, S. Yang: *Enhanced work hardening in Hadfield steel during explosive treatment*, Materials letters 65. Elsevier 2011. pp.2333-2336.

Völgyi Bálint¹, Sikari-Nágl István³ hallgató

Dr. Kovács-Coskun Tünde² docens

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Budapest, Népszínház utca 8. Telefon : +3616665386

E-mail: balint.volgyi@freemail.hu

kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

istvan.sikari.nagl@gmail.com

SZERZŐK JEGYZÉKE

LIST OF AUTHORS

B

BAGYINSZKI Gyula, 47, 51
 BÁN Melinda, 57
 BARÁNYI István, 61
 BARANYI Péter, 229
 BARCSÁK Csaba, 65
 BELEZNAI Róbert, 163
 BERA József, 69, 327
 BITAY Enikő, 51, 73, 77, 301, 307
 BOCSI Róbert, 83, 151
 BOGNÁR Eszter, 57, 177, 181, 209, 213,
 237, 265, 293, 359, 411
 BONYÁR Attila, 181
 BRATU Ioan, 307
 BRAUN Mihály, 253
 BUKODI Norbert István, 87
 BUZETZKY Dóra, 91

C

CZAP László, 99
 CZÉDLI Herta, 253
 CZIFRA Árpád, 87, 355
 CZIGÁNY Tibor, 21

Cs

CSÁKÓ József, 429
 CSESZNOK Sándor, 95
 CSIFÓ Irma, 301, 307

D

DÁNYI Tibor Zoltán, 103
 DARÓCZI Miklós, 415
 DARVAY Zsolt, 107, 111, 115
 DEBRECZENI Bence, 119
 DÉVÉNYI László, 237
 DOBRÁNSZKY János, 177
 DOMÁNKOVÁ Mária, 189
 DRÉGELYI-KISS Ágota, 123, 127, 343
 DUNAVÖLGYI Dávid, 249

E, É

Alfred ENDER, 339
 ERDÉLYI Gábor, 213

F

FÁBIÁN Enikő Réka, 131
 FEKETE Dávid, 407
 FÓRIÁN Sándor, 91, 135, 441
 FÜLÖP Daniella, 123

G

GALAMBOS Péter, 229
 GÁTI József, 139
 GODA Adrienn, 143
 GONDA Viktor, 61, 233, 273, 379

Gy

GYENGE Csaba, 35, 419
 GYENGE Zoltán, 419
 GYURKÓ Vivien, 441

H

HANÁK László, 83, 151
 HELLMANN Ralf, 171
 HERVAY Péter, 147
 HODAI Zoltán, 83, 151
 HOLLANDA Dénes, 155
 HORVÁTH Géza, 83, 151
 HORVÁTH Richárd, 147, 159

I, Í

ILLÉS Béla, 407
 INDREA Emil, 307

J

JÁRMAI Károly, 65, 197
 JÓNÁS Szabolcs, 163, 167

K

KALMÁR László, 171
 KÁROLY Dóra, 177, 209
 KATONA Bálint, 181, 265
 KELENFÖLDI Brigitta, 163
 KERTÉSZ Anna, 237
 KISFALUDI-BAK Zsombor, 185
 KOCSISNÉ BAÁN Mária, 387
 KOCSISOVÁ Edina, 189
 KONYELICSKA Lóránd, 301, 307
 KOROM Dániel Péter, 193
 KOTA László, 197
 KOVÁCS Enikő, 135
 KOVÁCS György, 205
 KOVÁCS Miksa, 177, 209
 KOVÁCS-COSKUN Tünde, 201, 363,
 383, 449
 KOZMA Bálint, 217
 KOZMA Kata, 221
 KÖVESI Adrienn, 213
 KRIZSÁN József, 127
 KURUCZ Tamás, 225
 KUTI János, 139, 221, 323
 KUTI József, 229

L

LÁSZLÓ István, 343
 LENDVAI László, 233
 LENGYEL Ákos, 237
 LŐRINCZ Katalin, 241

M

MADARÁSZ Sándor, 245
 MARCSÁK Gábor, 65
 MAROSVÖLGYI Béla, 297, 371
 MÁRTON László, 401
 MÁTÉ Márton, 77, 155
 MÁTYÁSI Gyula, 159
 MEDINA Viktor, 143
 MESTER Ágnes, 107
 MÉSZÁROS Levente, 249
 MICSIK Tamás, 237
 MOLNÁR Attila, 253
 MUCSI András, 257, 261

N

NÁDAI Lilla, 181, 265
 NAGY Dóra, 387
 NAGY Júlia, 123
 NAGY Marianna, 269
 NAGY Pál, 273
 NAGY Péter, 181, 265
 NÉMETH Ferenc László, 277

O, Ó

OLDAL István, 351
 ORBÁN Ede Gyula, 281
 ORBÁN György, 285, 289, 401

P

PALÁSTI KOVÁCS Béla, 319
 PAMMER Dávid, 293
 PAPP Ingrid-Magdolna, 107, 111
 PAPP Viktória, 297
 PATAKI Beáta, 253
 PATAKI Bernadeth, 301, 307
 PATONAY Lajos, 411
 PINKE Péter, 315, 383
 PINTÉR Judit Mária, 99
 PINTÉR László, 319
 PLESZ Tímea, 323
 POKORÁDI László, 69, 327
 PORKOLÁB Péter, 241, 331

R

RÁCZ Pál, 47, 241
 RÁCKÖVI László, 335
 RÉGER Mihály, 339
 RÉGERT Tamás, 171
 RÉTI Tamás, 343
 RÓZSAHEGYI Péter, 163

S

SAFRANYIK Ferenc, 351
 SÁNDOR Szabolcs, 355
 SÉLLEY TORDA László, 57, 359
 SIKARI-NÁGL István, 201, 363, 449
 SIKOLYA László, 25
 SIMON Gergely, 217
 SIPOS Sándor, 95

Sz

SZABOLCSIK Andrea, 135
SZAKMÁNY György, 301
SZALAY Dóra, 371
SZALÓKI István, 95
SZAMOSI Barna, 375
SZÁVAI Szabolcs, 163, 167
SZÁZVAI Attila, 245
SZEGEDI Andor, 379
SZENDEFY Judit, 225
SZILÁGYI Gábor, 383
SZILÁGYINÉ BIRÓ Andrea, 387
SZTANKOVICS István, 391

T

TAKÁCS Petra-Renáta, 107, 115, 185
TALPAS János, 395, 401
TAMÁS Péter, 407
TAMÁSI Szilveszter, 281
TEIZENHOFFER Gyula, 147

TERDIK Andrew Attila, 359, 411
TERDIK Attila, 177, 181, 209, 265
TÓTH Réka, 415

V

VARGA András, 419
VÉGH Sándor, 425
VÉGVÁRI Ferenc, 429
VEKOV Imre, 433, 437
VERES Gábor, 441
VERESS Erzsébet, 301, 307
VÍGH Viktor, 171
VIZI Gergely Norbert, 445
VÖLGYI Bálint, 201, 363, 449

W

WESZL Miklós, 181, 265

Zs

ZSIDAI László, 143

Támogatók

KOLOZSVÁRI VÁROSI TANÁCS
CONSACT CONSULTING Kft.
HARTPLAST RT.



BETHLEN GÁBOR
Alap

ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZAKOSZTÁLYA
Ro, 400009 Kolozsvár/Cluj, Jókai/Napoca utca 2–4.
Postafiók: O.P. 191., Tel/Fax:+40-264-595 176,
Mobil: +40-740-589 718, Honlap: <http://www.eme.ro>
e-mail: titkarsag@eme.ro, fmtu@eme.ro

