

GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



**GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK
XXVII. SZEMINÁRIUMA**

2011/7-8.

I. Kötet

88 oldal
LXII. évfolyam

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriuma

Gépipari Tudományos Egyesület Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Géptervező Szakosztálya

MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága

Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

MTA Miskolci Akadémiai Bizottságának Székháza (Miskolc, Erzsébet tér 3.)

2011. november 10. (csütörtök) – 11. (péntek)

GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK

XXVII. SZEMINÁRIUMA

Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

H-3515 Miskolc-Egyetemváros

Telefon/fax: (0036)-46-327 643

e-mail: machpj@uni-miskolc.hu

A SZEMINÁRIUM SZERVEZŐI

Dr. KAMONDI LÁSZLÓ tanszékvezető egyetemi docens

Dr. habil. DÖBRÖCZÖNI ÁDÁM egyetemi tanár

Dr. PÉTER JÓZSEF egyetemi docens, a szeminárium titkára

Dr. SIPOSS ISTVÁN egyetemi docens

NÉMETH GÉZA egyetemi adjunktus

GERE ARANKA gazdasági ügyintéző

PETRÓNÉ TÓTH ILDIKÓ igazgatói ügyintéző

KORÁBBI RENDEZVÉNYEINK

Vezető konstruktőrök tanácskozása

Miskolc, 1973. augusztus 23-24.

Vezető konstruktőrök tanácskozása

Miskolc, 1975. július 23-24.

Géptervezők III. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1977. aug. 30-szeptember 1.

Géptervezők IV. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1980. augusztus 26-27.

Géptervezők V. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1982. augusztus 25-26.

Géptervezők VI. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1985. április 11-12

Géptervezők VII. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1989. május 29-31.

Géptervezők VIII. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1991. május 29-30.

Géptervezők IX. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1993. szeptember 30 – október 1.

Géptervezés '94 (Géptervezők X. Országos Szemináriuma)

Miskolc 1994. május 20.

Géptervezők XI. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1995. május 29-30.

Géptervezés-termékfejlesztés '96 (Géptervezők és Termékfejlesztők XII. Országos Szemináriuma)

Miskolc, 1996. május 24-25.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIII. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1997. november 28.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIV. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1998. december 15.

Géptervezők és Termékfejlesztők XV. Országos Szemináriuma

Miskolc, 1999. szeptember 30-október 1.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVI. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2000. november 15-16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVII. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2001. november 8-9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVIII. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2002. november 7-8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIX. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2003. november 7-8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2004. november 11-12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXI. Országos Szemináriuma

Miskolc, 2005. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXII. Országos Szemináriuma

2006. november 9-10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIII. Országos Szemináriuma

2007. november 15-16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIV. Országos Szemináriuma

2008. november 6-7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXV. Országos Szemináriuma

2009. november 5-6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVI. Szemináriuma

2010. november 10-11.

GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXVII. SZEMINÁRIUMA

Miskolc, 2011. november 10-11.

PLENÁRIS ÜLÉS. I. emelet, Nagyterem

2011. november 10. (csütörtök), délelőtt

Elnök: Dr. Kamondi László tanszékvezető egyetemi docens, PhD.

- 10.00-10.05 Dr. Kamondi László tanszékvezető egyetemi docens, PhD., Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék: Megnyitó
- 10.05-10.30 Dr. Goda Tibor egyetemi docens, PhD., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gép- és Terméktervezési Tanszék: A diszkrét elem módszer mérnöki alkalmazásáról
- 10.30-10.55 Dr. Jármay Károly egyetemi tanár DSc., Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Oláh Róbert okl. gépészmérnök, tudományos munkatárs, ADMATIS Kft.: Hegesztett szerkezetek analízise és optimalítása hőfáradási szempont figyelembevételével

- 10.55-11.20 Dr. habil. Döbröczöni Ádám egyetemi tanár, CsC., Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék: Dr. Magyar József egyetemi tanár szakmai és közéleti tevékenysége miskolci szemmel
- 11.20-11.45 Dr. habil. Kundrák János tanszékvezető egyetemi tanár, DSc., Dr. Gyáni Károly, ny. egyetemi docens, Dr. Deszpoth István, mérnök tanár, Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék: Keményfelületek befejező megmunkálási eljárásainak összehasonlító vizsgálata az anyagleválasztási teljesítmény alapján
- 11.45-12.00 Dr. Péter József egyetemi docens, CsC, Németh Géza egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék: Fogaskerék-hullámhajtómű laboratóriumi vizsgálata
- 12.00-14.00 Szünet

GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczöni Ádám

elnök

Vesza József

főszerkesztő

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

főszerkesztő-helyettesek

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercsey Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kulcsár Béla

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálinkás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Rittinger János

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

A szerkesztésben közreműködött:

Dr. Péter József

KEDVES OLVASÓ!

A Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriumára jelentkezők száma több, mint az előző években megszokott volt, a publikálni szánt cikkek tématerülete pedig egyre gazdagabb. A hagyományosnak tekintett gépszerkesztési példák mellett egyre több az egészségügyi, orvosi eszközökkel, termékekkel foglalkozó cikk, szélesedik a beszállítói ipar termék-palettája is. Mindezek arra engednek következtetni, hogy a gépészmérnökök feladatai – karöltve a villamosmérnökökkel, informatikusokkal, anyagtudósokkal, orvosokkal és biológusokkal – sokasodnak, folyamatosan megújulnak, megtalálják az utat az autóiparhoz és a közlekedéshez, csakúgy, mint a mezőgazdaság, a környezetvédelem, az energiatermelés kisebb-nagyobb termelő és felhasználó egységeihez.

Ez azt is jelenti, hogy a mérnökök elhelyezkedése könnyebb és sikeresebb, ugyanakkor a munkavállalás, a mérnöki munka értékének elismertetése, nem ritkán a pénzügyi érték behajtása új feladatokat jelent. A gyorsan változó gazdasági és jogi-pénzügyi szabályozási környezet a vállalkozó mérnökök új, erőszakosabb piaci magatartását követeli meg.

Ezzel párhuzamosan a műszaki felsőoktatásban is javulnak a jelentkezők magukkal hozott ismeretei és nagyobb követelmények támaszthatók. Sokasodnak a mester szakokon tanulók és ha nagyon lassan is, de szaporodnak a doktori képzésben résztvevő mérnökök is, függetlenül attól, hogy a nyelveket beszélő, tehetséges mérnökpalántákra mind itthon, mind külföldön is „vadásznak”.

A mérnökképző egyetemeken a generációváltás lassan a végéhez ér, már felnőtt az a fiatal-középkorú oktatógárda, akik rövidesen átveszik a „megharcolt” elődök feladatait. Ugyanakkor ez elődökre mindig tisztelettel tekintünk, mint akik a nem kevésbé változatos XX. század második felében mindannyiunkat tanítottak, akár egyetemi oktatóként, akár praktizáló mérnökként.

A nagy elődök egyike a nemrég elhunyt Dr. Magyar József tanszékvezető egyetemi tanár, akinek érdemeiről most, a Szemináriumon is megemlékezünk. 2012 januárjában pedig kiállítást szervezünk a tíz éve eltávozott Dr. Terplán Zénó professzor emlékére.

Mert professzoraink, oktatóink, a magyar műszaki egyetemeken aranyoklevelet szerzett mérnökeink emlékének megőrzése külön erőt adhat az utódok seregének.

Dr. Döbröczöni Ádám

A szerkesztésért felelős: Vesza József. A szerkesztőség címe: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Telefon/fax: +36-46/379-530, +36-30/9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1027 Budapest, Fő u. 68. Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: 202-0656, fax: 202-0252, e-mail: a.gaby@gteportal.eu, internet: www.gte.mtesz.hu

A GÉP folyóirat internetcíme: <http://www.gepujsag.hu>

Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: Dr. Igaz Jenő ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Tel.: (46) 379-530, e-mail: gazdasz@chello.hu.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága 1008 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél, e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440. További információ: 06 80/444-444

Egy szám ára: 1260 Ft. Dupla szám ára: 2520 Ft.

Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat,
H-1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média, H-1392 Budapest, Pf. 272.

Előfizethető még közvetlenül a szerkesztőségben is.

INDEX: 25 343

ISSN 0016-8572

TARTALOM

1. <i>Aczél Á.; Bojtár G.; Fehér L.; Keresztes D.:</i> Versenyautó alváz térbeli rúdmodelljének végelemes analízise	3	11. <i>Élő G.:</i> Innovatív problémamegoldási modell szuperszámítógépes szimulációval az INFCARE8 projekt példáján bemutatva	49
2. <i>Antal D.; Szabó T.; Szilágyi A.:</i> Ejtési teszt modellezése a tervezés fázisában	9	12. <i>Handki A.; Tolvaj B.:</i> Kísérleti stirling hűtő tervezése	52
3. <i>Barcsák Cs.; Dr. Jármai K.:</i> PSO algoritmus bővítése optimáláshoz, véges differencia alapú gradiens becsléssel	13	13. <i>Horváth P.; Törőcsik D.:</i> Magnetorheológ tengelykapcsoló optimalizálási lehetőségei	56
4. <i>Bihari Z.; Dr. Szente J.:</i> Külső csillagkereskes Görgős szabadonfutók egy tengelyűségének vizsgálata	17	14. <i>Illés B.; Németh J.:</i> Automatizált daru teherlengése csillapításának egy lehetséges módja	60
5. <i>Bihari J.; Kamondi L.:</i> Kis méretű műanyag fogaskerekek vizsgálata	21	15. <i>Jakab E.; Lénárt J.:</i> CNC lemezmegmunkáló gépek	68
6. <i>Czifra Á.:</i> Műszaki felületek fraktál alapú vizsgálata	25	16. <i>Jármai K.; Oláh R.:</i> Hegesztett szerkezetek analízise és optimalása hőfáradási szempont figyelembevételével	72
7. <i>Daróczy L.; Dr. Jármai K.:</i> Új eljárás rácsos tartók topológiai optimalására	29	17. <i>Kota L.; Jármai K.:</i> Műszaki felügyeleti és karbantartó rendszerek optimalása	75
8. <i>Drágár Zs.; Dr. Kamondi L.:</i> Nem szabványos alapprofilú fogaskerekek tervezésének kérdései	35	18. <i>Kovács B.; Nándoriné Tóth M.:</i> Robotok inverz feladatának megoldása	79
9. <i>Ecsedi I., Baksa A.:</i> Anizotróp anyagú prizmatikus rudak Saint-Venant csavarási feladata	39	19. <i>Kovács Gy.; Jármai K.:</i> Kompozit szendvicsszerkezet optimális tervezése rugalmas tolerancia módszerrel	83
10. <i>Égert J.; Aczél Á.; Fehér L.; Körmendy Á.:</i> Versenyautó alváz mechanikai modellezési lehetőségei és kritikus terhelései	43		

HEGESZTETT SZERKEZETEK ANALÍZISE ÉS OPTIMÁLÁSA HŐFÁRADÁSI SZEMPONT FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

ANALYSIS AND OPTIMUM DESIGN OF WELDED STRUCTURES CONSIDERING THERMAL FATIGUE

Dr. Jármái Károly, egyetemi tanár, DSc.,

Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

Oláh Róbert, okl. gépészmérnök, tud. munkatárs, ADMATIS Kft. Miskolc

ABSTRACT

Thermal fatigue is an important problem at many kinds of structures on high temperature. In this article we show the finite element calculation of the welded structure to evaluate its behaviour depending on different parameters to build a more reliable structure.

1. BEVEZETÉS

A nagy(obb) hőmérsékleten igénybe vett szerkezeti anyagok károsodásállósága - amit hőállóságnak nevezünk - a termikus igénybevétel mértékétől, jellegétől és a járulékos hatásoktól függ, de az anyagok viselkedését az összetétel, az előállítási módja, a megmunkálás és a hőkezelés is befolyásolja.

A hőfáradás vagy termikus fáradás olyan anyagkárosodás, melynek során a ciklikusan váltakozó ΔT hőterhelés (vagy hő- és mechanikai terhelés) váltakozó képlékeny alakváltozást idéz elő az anyag felületközeli rétegeiben, a külső és belsőbb anyagrészek eltérő és akadályozott hőtágulása következtében. A termikus fáradással szemben ellenállóbb anyagok magas hőmérsékleti szilárdság-szívósság aránya optimált, azaz a szívós repedésterjedéssel szemben is megfelelő ellenállást tanúsítanak. Továbbá hővezető-képességük és hőtágulási együtthatójuk viszonya olyan, hogy az anyag, ill. a belőle készült alkatrész felülete és belső részei között kialakuló hőmérséklet-gradiens ne okozzon kritikus mértékű hőfeszültségeket [1,2].

A hősokk „lökésszerű” hőhatás (pl. gyors túlhűtéskor), viszonylag nagy (esetenként változó) hőmérséklet-határok között. A ΔT hőlökés hatására kialakuló hőfeszültség – különösen egyidejűleg ható mechanikai terheléssel – az anyag szilárdságát elérő feszültséget, az akadályozott alakváltozás (nem eléggé képlékeny anyagoknál) pedig repedést, sőt törést eredményez(het).

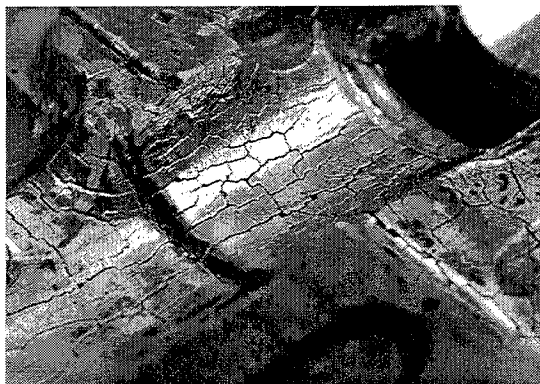
A hőfáradástó vizsgálatok során az anyagban a valós hőciklus hatására kialakuló feszültségállapotot modellezik. Különböző ciklusszámig terhelte próbatétel-sorozaton megmérhető a kialakult repedéshálózat átlagos mélysége vagy az összepedéshossz, ill. a keménység-csökkenés mértéke.

Ezeket az igénybevételi ciklusszám függvényében ábrázolva, a tönkremeneteli folyamat intenzitása jellemezhető. Az 1. ábra egy tipikus hőfáradási esetet mutat be.

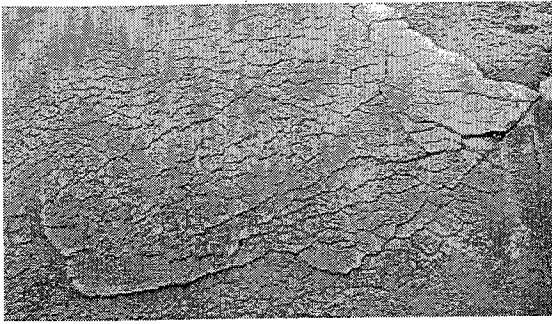


1. ábra Dörzstárcsa hőfáradása, gyors hűlés miatt
http://materials.open.ac.uk/mem/mem_mf9.htm

A hőfáradás maga növelt hőmérsékleten üzemelő berendezéseknél fordul elő, amelyek váltakozó hőfeszültségnek vannak kitéve. A hőfeszültségek oka a szerkezeti elemek gátolt hőtágulása vagy zsugorodása a hőmérséklet változásakor (2. és 3. ábra).



2. ábra Hőfáradási repedések kovácsoló-szerszámon



3. ábra Hőfáradás a felületen

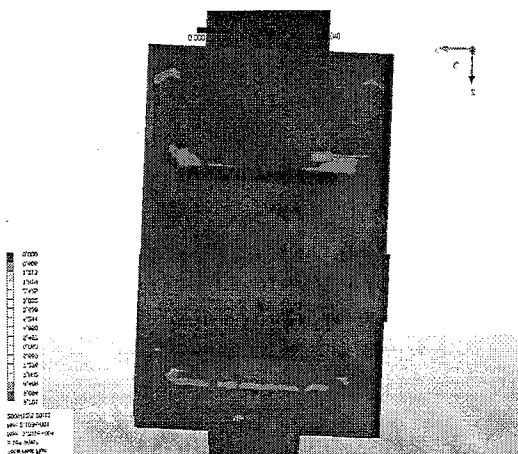
A hőmérséklet csökkenésével viszont nő az anyag folyáshatára, és csökken a ridegtörést okozó törési feszültség nagysága, tehát hőmérsékleti elridegedést okoz [3,4]. Az anyag akkor válik rideggé, amikor a törési feszültség kisebbé válik a folyáshatárnál, vagyis a törés képlékeny alakváltozás nélkül következik be.

2. KANDALLÓ VIZSGÁLATA

A hegesztett kandallónál a teljes hőáramlási fluxust - Total heat flux - határozzuk meg 3 mm-es homloklap vastagság mellett. A 4. ábrán látható a teljes szerkezet hőáramlási fluxusa, az 5. és 6. ábrán pedig a további vizsgálódás tárgya is a fedőlap felső sarkai, Ennél a modellnél itt nem sarkos kialakítás található, hanem egy lekerekítés.

A továbbiakban az volt a célunk, hogy megtudjuk, hogy a lekerekítések változtatásával, illetve a patkó lemezvastagság változtatásával együtt hogyan viselkedik terhelés alatt a szerkezet előlapja. 6 mm-es sugárról indulva 2-2 mm változtatással figyeljük a változásokat.

A feszültségek 44.3 és 59.0 MPa között adódnak a lekerekítés környezetében. A magasabb feszültség kis tartományra korlátozódik. A következő vizsgálat a lekerekítés hatásának vizsgálata. Változtattuk a lekerekítés értékét a 3 mm-es homloklemez vastagság mellett 6-4-2-0 mm-re és kíváncsiak voltunk a feszültségváltozásra.



4. ábra A teljes hőáramlási fluxus a teljes kandallóra



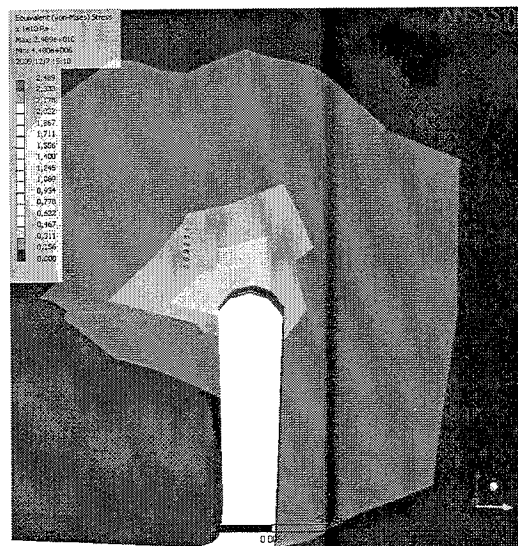
5. ábra A teljes hőáramlási fluxus a kandalló jobb felső sarkánál

1. táblázat A feszültségek változása a lekerekítési sugár függvényében

Lekerekítés [mm]	Feszültség [MPa]
6	63.5
4	77.8
2	80.6
0	Folyáshatár

Az 1. táblázat mutatja a von Mises feszültségek változását a jobb felső sarok lekerekítésénél, a lekerekítési sugár függvényében.

A számítás azt mutatja, amit vártunk, hogy a lekerekítési sugár csökkentése a feszültség emelkedését okozza. Nem a konkrét feszültségértékek a fontosak, hanem az, hogy hozzávetőlegesen olyan 10 - 15 % - al nő a feszültség, ha a sugár 2-2 mm-el csökken. Éles lemeztalálkozásnál nagy feszültségcsúcs adódik, ami kerülendő. Az optimalás azt jelenti ebben az esetben, hogy összehasonlítva a szerkezet-variánsokat, kiválasztjuk a legjobbat közülük.



6. ábra von Mises feszültségek 4 mm-es lekerekítés esetén.

3. KANDALLÓK HŐFÁRADÁSA

Összefoglalóan megállapítható, hogy a kandallóknál általában az ajtó körüli sarkok a veszélyeztetettek hőfáradásra. Ha hőfáradási probléma fordul elő, akkor a megoldás elemei a következők lehetnek:

- A homloklemez kismértékű megvastagítása.
- Azonos homloklemez-vastagság mellett patkolás felhegesztése. A patkolás kis méretű, nem lehet túl vastag és nem szükséges folytonos varrattal felhegeszteni, mert az a maradó feszültséget és a deformációt növeli.
- A lekerekítések növelése, amennyire csak lehetséges.
- A maradó feszültségek csökkentése, kedvezőbb vágási és hegesztési technológia alkalmazásával.
- Kazánlemez alkalmazásával, mely a magas hőmérsékleten is szívósabb, kedvezőbb viselkedést érünk el, de ez költségnövelő.
- A hőtároló anyagok olyan elhelyezése belül, hogy árnyékolják az acélelemeket, ahol csak lehet.
- Jobb belső hőszigetelő burkolat alkalmazásával, mely mérsékli a hőgradienst a felfűtés fázisában.

Lehet bevonattal javítani a szerkezet hőfáradási viselkedését, de az viszonylag drága és még kidolgozás alatt lévő eljárás [5].

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A fáradás és a hőfáradás egymástól jelentősen eltérő jelenségek, mégis lehet közös vonásokat találni. Mindkét jelenség sok paramétertől függ. Ezen paraméterek beállítása tapasztalatot igényel. A mechanikai fáradás jól kidolgozott, többféle anyagra, nagy ciklusszámra. A hőfáradás általában kisciklusú de már megjelentek azon mérőberendezések, melyek tudnak viszonylag nagy ciklusszámú mérést végezni ezen speciális területen is. Vizsgálataink során meghatároztuk azokat a szempontokat, melyek a hőhatásnak kitett hegesztett szerkezet hőfáradásának javítására szolgálnak

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka 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 valósul meg. A kutatást az OTKA támogatta a T 75678 számú projekt keretében.

HIVATKOZÁSOK

- [1] ASM Specialty Handbook: *Heat-Resistant Materials*, Editor(s): J.R. Davis, ASM International, 1997, 591 p. ISBN: 978-0-87170-596-9
- [2] DAHLBERG, M. et al.: *Development of a European Procedure for Assessment of High Cycle Thermal Fatigue in Light Water Reactors: Final Report of the NESC-Thermal Fatigue Project*, 2007, EUR 22763 EN, 162 p.
- [3] JÁRMAI, K., IVÁNYI, M.: *Gazdaságos fémszerkezetek analízise és tervezése*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 226 old. 2001, ISBN 963 420 674 3
- [4] JÁRMAI, K., IVÁNYI, M.: *Acélszerkezetek tűzvédelmi tervezése, Bevezetés az acélszerkezetekkel kapcsolatos európai szabványokba és alkalmazásukba*. Gazdász-Elasztik Kft. Miskolc, 259 old. 2008. ISBN 978-963-87738-4-5
- [5] STARLING, C.M.D., BRANCO, J.R.T. Thermal fatigue of hot work tool steel with hard coatings, *Thin Solid Films*, 308-309 (1997) 436-442.