

# K+F eredmények összefoglalása

GOP-1.1.2-08/1-2008-0002



Kiadja:

**UNI-FLEXYS**  
Egyetemi Innovációs Kutató és Fejlesztő  
Közhasznú Nonprofit Kft.  
[www.uni-flexys.hu](http://www.uni-flexys.hu)

**UNI-FLEXYS**  
INNOVATÍV TUDÁSTRANSZFER

Kiadásért felelős:

Bárkányi Péter  
marketing vezető

ISBN 978-963-89509-0-1

Nyomdai munkák:

EXTREMGROUP Kft.

## Irodalomjegyzék

- [1] SRAC: Structural Research and Analysis Corporation (1997): COSMOS/M User's Guide, SRAC, Santa Barbara CA, USA.
- [2] SZABÓ, F. J. (2008): Multidisciplinary optimization of a structure with temperature dependent material characteristics, subjected to impact loading. International Review of Mechanical Engineering (IREME) ISSN: 1970-8734, Vol. 2. No. 3, May, 2008, pp. 499- 505.

## Hőfáradás és feszültség-vizsgálat kandallók tűzterénél

Jármai Károly<sup>25</sup>, Oláh Róbert<sup>26</sup>

### Abstract

A local company – that builds fireplaces – requested a few tests from our university about their products. They changed the thickness and the preparation procedure of their fireplaces due to weight-loss and economical considerations which resulted a crack in the front sheet after a short period of usage. Our task was to make a proposal for the construction that relies on stress, deformation and thermal fatigue tests. Keywords: fireplace, hearth, equivalent stress, thermal fatigue, weldment

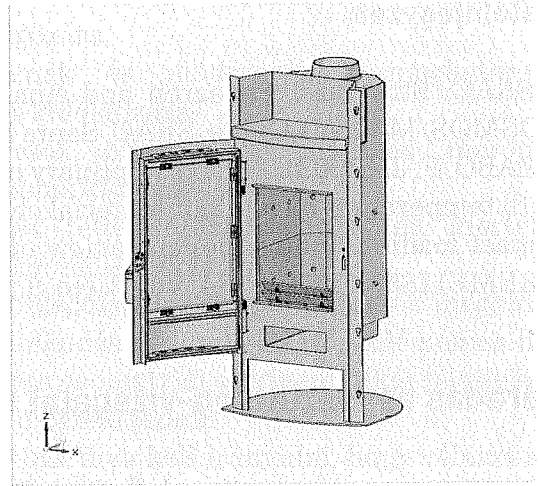
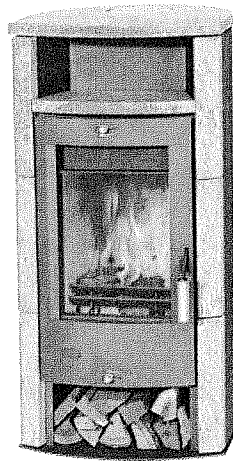
### Összefoglaló

Egy helyi cég – mely kandallók gyártásával foglalkozik – felkérte az egyetemünket, hogy végezzünk el néhány vizsgálatot a termékeikkel kapcsolatban. Megváltoztatták a kandallók lemezeinek vastagságát és előállítási folyamatát, ami egy bizonyos használati idő után egy repedést eredményezett az előlapban. A feladatunk javaslatokat tenni konstrukciós megoldásokra, melyek feszültség-, deformáció- és hőfáradás vizsgálatokon alapul. Kulcsszavak: kandalló, égéstér, feszültségeloszlás, hőfáradás, hegesztés

---

<sup>25</sup> egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

<sup>26</sup> tudományos munkatárs, ADMATIS Kft. Miskolc



1. ábra  
Az egyik vizsgált kandalló

## 1. A hőfáradásról

A hőfáradás vagy termikus fáradás olyan anyagkárosodás, melynek során a ciklikusan váltakozó  $\Delta T$  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 hővezetőképességük 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.

A hőszökkenés "lökésszerű" hőhatás (pl. gyors túlűtéskor), viszonylag nagy (esetenként változó) hőmérséklet-határok között. A  $\Delta T$  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 hőszokk-állóság azzal a maximális  $\Delta T$  hőmérséklet-különbséggel jellemezhető, mellyel az anyag hirtelen túlűthető (nagy hőmérsékletre igen gyorsan kisebbre hűthető) károsodás (repedés) nélkül. Például fák, gumik  $\Delta T \approx 500$  °C-os hőszokkot is elvisel(het)nek, de ez nem jelenti azt, hogy 500 °C-ontartósan használhatók, hanem nagy biztonsággal alkalmasak rövid időtartamú hirtelen

## 2. A felhasznált szoftverek

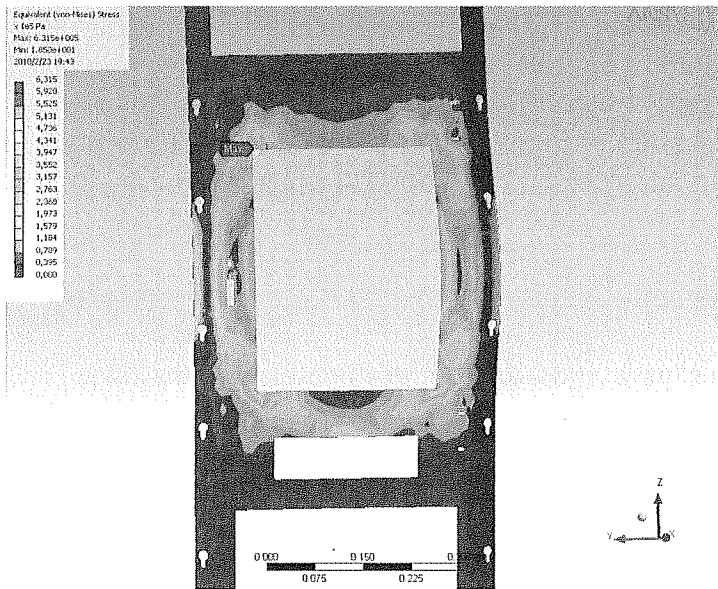
A felkérés és a megoldandó problémák megbeszélése után a cég elküldte néhány kandallótípusának a terveit, illetve 3D-s tervezőprogramba bevitt modelljeit, továbbá a vizsgált termékek anyagjellemzőit, terhelési paramétereit. Ezeket az adatokat betápláltuk a tervezőprogramba, majd egy végeelem-módszeres programmal szimuláltuk a fellépő terheléseket, melyekből le tudtuk vonni következtetéseinket.

A VEM program az átvett háromdimenziós testre készített végeelemes hálót, illetve számolta ki a deformációkat (Total Deformation), a feszültségeket (Equivalent Stress (von Mises)) és a hőáramlást (Total Heat Flux). A szerkezet 3D-s modelljeinek file-jait a cégtől kaptuk.

Normál szerkezeti acélt, üveget vettünk figyelembe. Hőterhelésre 216000 W/m<sup>3</sup> terhelést vettünk fel a tűztéren belül. A hegesztési varratok vizsgálatánál 1500 N-os húzófeszültséggel modelleztük a terhelést.

## 3. Homloklap sarokvizsgálat

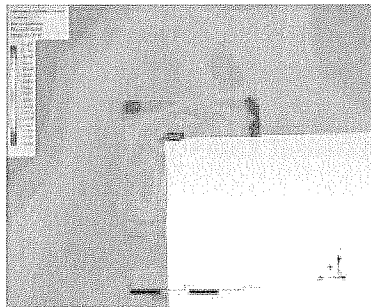
A terhelést ráadva a modellre az előlap két felső sarkára adódott a legtöbb feszültség, a repedések is rendszerint itt keletkeztek. Optimális módszernek az úgynevezett „patkók” alkalmazása bizonyult. Egy L alakú, vagy a keret kialakítását követő lemezdarabbal megerősítjük az előlapot a kritikus helyeken, ezáltal a patkó felveszi a terhelés egy bizonyos részét. Előnye, hogy a lemezvastagság változtatása nélkül lehet alkalmazni. Hátránya, hogy a különböző darabokat hegesztéssel rögzítik, ami belső feszültségek keletkezéséhez vezethetnek. Ezek viszont mérsékelhetőek a hegesztési varratok szakaszolásával.



2. ábra  
Előlap terhelése

1. táblázat  
A varratok kialakítása

varrat száma (db)	varrat hossza (mm)	keletkezett húzófeszültség (MPa)
2	2	139-173
2	5	41-59
2	8	37,5-44
3	2	52-76
3	3	45,5-60
3	4	37-45



3. ábra  
A patkó



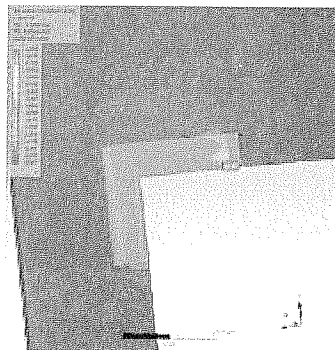
4. ábra  
Varrathosszak vizsgálata



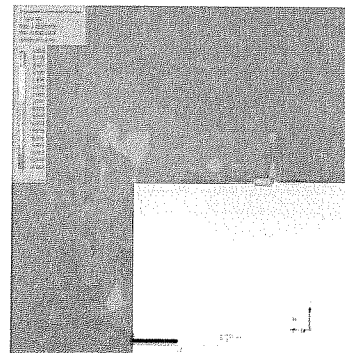
A legnagyobb terhelést a sok, kisebb varrat alkalmazásánál vette fel a próbatest, a varrathossz növelésével csökkent a kialakuló húzófeszültség a varratok körül. A táblázatból jól látható, hogy célszerű több, hosszabb varratot alkalmazni, így jóval kisebb kritikus feszültség keletkezik.

#### 4. Megerősítési vizsgálatok

Megvizsgáltuk a feszültségek eloszlását a patkók vastagságának függvényében, 3 - 3.5 - 4 - 4.5 mm lemezvastagságú darabokkal:



5. ábra  
3.5 mm-es patkó



6. ábra  
4.5 mm-es patkó

2. táblázat

A patkolás hatása a feszültségre

Patkolás vastagsága [mm]	Feszültség [MPa]
3.0	21.2
3.5	18.9
4.0	15.1

A számítások jól mutatják, hogy a patkolás vastagítása előnyös egy bizonyos vastagságig és csökkenti a kritikus helyen a feszültségeket. A feszültséget értékei nem túl magasak. Megjegyezzük, hogy a vastagítás további növelése már kedvezőtlennek mutatkozik. Hőfáradási probléma esetén a vastagság változtatása egyes esetekben nemvárt hatást eredményezhet. Ezért érdemes csak kismértékű változtatásokat végrehajtani.

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 feszültség-változásra.

A táblázat mutatja a von Mises feszültségek változását a jobb felső sarok lekerekítésénél, a lekerekítési sugár függvényében

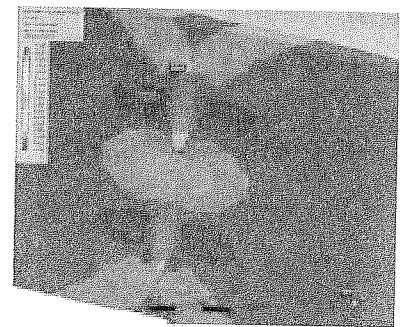
3. táblázat

A lekerekítés hatása a feszültségekre

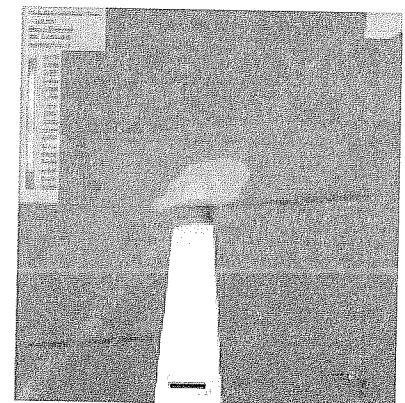
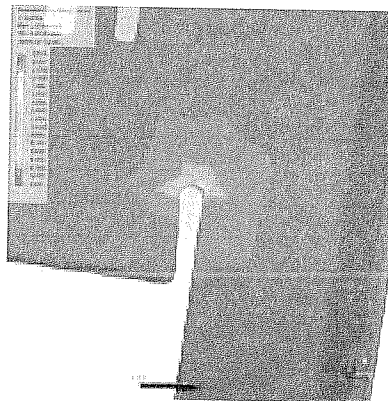
Lekerekítés [mm]	Feszültség [MPa]
6	63.5
4	77.8
2	80.6
0	Folyáshatár



3. ábra  
A patkó



4. ábra  
Varrathosszak vizsgálata



7-8. ábra

A von Mises feszültség a kandalló jobb felső sarkában,  
6 mm-es és 2 mm-es lekerekítés esetén

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.

### Irodalomjegyzék

- [1] David A. Spera, D. F. Mowbray Thermal Fatigue of Materials and Component, ASTM Committee E-9 on Fatigue.
- [2] Jármái, 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
- [3] Bagyinszki Gyula, Csutor György, Rácz Tibor: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok: anyagismeret, TM-21013/1 Szakképzési Tankönyv, ISBN: 978-963-9668-56-0

---

Köszönetnyilvánítás: A kutatómunka az Új Széchenyi Terv GOP-1.1.2-08/1-2008-0002 jelű projekt támogatásával valósult meg. Ugyancsak kiemelésre méltó, hogy a tanulmányban bemutatott K+F tevékenység folytatását lehetővé teszi az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt támogatása.