

TENGELYCSAPÁGYAZÁS OPTIMÁLÁSA TÖMEGMINIMUMRA A KUHN-TUCKER OPTIMALITÁSI KRITÉRIUM MÓDSZERREL

OPTIMIZATION OF A SHAFT-BEARING SYSTEM FOR MINIMUM MASS USING KUHN-TUCKER OPTIMALITY CRITERIUM METHOD

Szabó Ferenc János, PhD, Miskolc- Egyetemváros, Hungary, H-3515, machszzf@uni-miskolc.hu
Sztankó Bálint, BSc géptervező egyetemi hallgató, Miskolc- Egyetemváros, Hungary, H-3515,

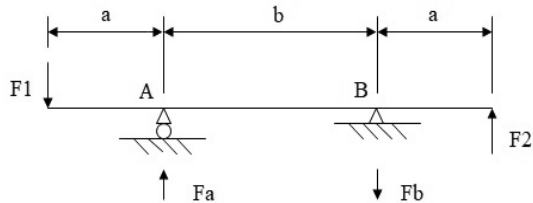
ÖSSZEFOGLALÁS (ABSTRACT, INHALT). The grapho-analytical optimization method is used for the shaft-bearing system optimization for minimum total mass of the bearings. The implicit constraint controls the minimum possible shaft diameter which is 30 mm. The objective function is the total mass of the two bearings. The shape of the objective function is a surface, which is drawn as a „zoom” until it is possible to identify the optimum solution point. Numerical example is shown in order to demonstrate the usage of the optimization process.

1. BEVEZETÉS

A Kuhn- Tucker féle optimalitási kritériumra alapuló grafo-analitikus optimumkereső módszert [2] alkalmaztuk tengelycsapágyazás [1] tömegminimumra történő optimalizálására.

A tengelycsapágyazás tervezésekor [5] először a csapágyak terheléseit és kialakítását célszerű megtervezni, ezután következik a tengely méretezése [5]. Az optimalás során is ezt a sorrendet követjük, vizsgálva, hogy a hossz méretek értékei hogyan befolyásolják a csapágyak terheléseit és a szükséges csapágyak együttes tömegét. A célfüggvény a csapágyak össztömege volt, ennek kerestük a minimumát. A vizsgálatok során természetesen kiadódott, hogy a csapágytömeg minimumához tartozó geometriai méretek befolyásolják majd a tengelyt is, így a vizsgálatokat érdemes kiterjeszteni a tengelytömeg célfüggvénybe ágyazásával is. Ezek a lépések folyamatban vannak, az így kialakuló eredményeket össze fogjuk hasonlítani a jelen vizsgálat eredményeivel, amiből további hasznos következtetések vonhatók majd le a gyakorlati tervezők számára a tengelyek tömegtakarékos csapágyazási kialakítására vonatkozóan.

Az 1. ábra mutatja a tengely sematikus kialakítását és a terhelések, csapágyazási helyek elrendezését. Az optimumkeresés során a tervezési változók az a és b méretek. Tehát a feladat az, hogy keressük ennek a két méretnek egy olyan konstellációját, melynél a tengely csapágyazásához felhasznált csapágyak össztömege minimális. Ez a vizsgálat főleg azt fogja kimutatni, hogy a méretek változtatása hogyan hat a csapágyakra és fontos eredménynek tekinthető, hogy létezik a csapágytömeg függvénynek minimuma a vizsgált tartományon.



1. ábra. A tengely sematikus ábrázolása

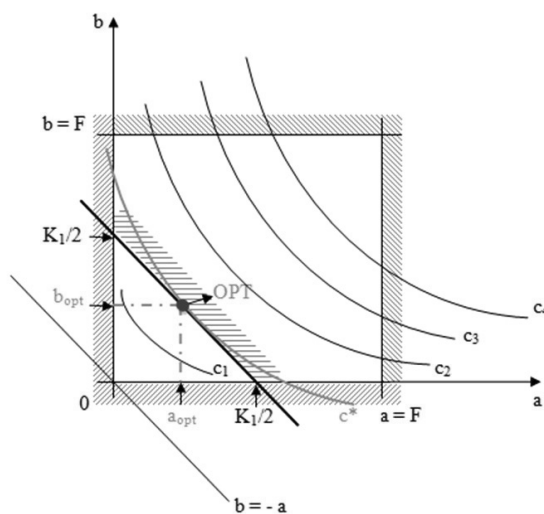
A vizsgálatok során adottnak tekintjük az F_1 és F_2 terhelőerőt, melyek konkrét esetben jelenthetik egy adott

hajtás (lánc, szíj, esetleg fogaskerék) erőit. A csapágyak szükséges élettartamára minimum 20 000 üzemórát írunk elő. a tengely fordulatszáma 400 fordulat/perc. Explicit feltételként előírjuk, hogy az a méret 20 mm és 1000 mm között lehet, a b méretre ezek a határok 20 mm és 2000 mm. Implicit feltételként a tengely megengedett legkisebb átmérőjét a csapágyaknál 30 mm- ben adtuk meg, mivel az egyszerűség kedvéért a tengely tömegét ezekbe a vizsgálatokba még nem vonjuk be. A bemutatott számpélda ezekre a számértékekre alapul.

A célfüggvény képe egy felület lesz az a és b változók függvényében, melyet több ráközelített kép formájában ábrázolunk az optimális megoldási pont jó felismerhetősége kedvéért.

2. A KUHN- TUCKER FÉLE OPTIMALITÁSI KRITÉRIUMRA ALAPULÓ OPTIMUMKERESŐ MÓDSZER

A Kuhn-Tucker optimalitási kritérium kimondja: Az optimumkeresési feladat megoldása helyén a célfüggvény szintvonala „érinti” a megfelelőségi tartományt.



2. ábra. Az optimális megoldás környezetében a célfüggvény szintvonala „érinti” a megfelelőségi tartományt

Ha ábrázoljuk a változók koordináta-rendszerében (a , b) a feltételeket és a célfüggvény szintvonalait, akkor a 2. ábrához hasonló képet kapunk. Az explicit és implicit feltételek összessége egy tartományt képez, ezt nevezzük megfelelőségi tartománynak. A célfüggvény különböző, tetszőleges konstansokhoz tartozó szintvonalait ábrázolva azt vehetjük észre, hogy a célfüggvény szélsőértékének keresésekor a feltételeket is kielégítő és a szélsőértéknek is megfelelő pont egy „érintés” eredményeként adódik, ami lehet a célfüggvény egy szintvonala és a tartomány valamely határgörbéje közötti érintés, de ez a pont eshet esetleg a tartománynak valamely sarokpontjába is, ekkor az „érintést” már nem két görbe érintkezése határozza meg.

A grafo- analitikus módszer [3] az optimálási feladatban szereplő függvények ábrázolása (grafo) és egyenleteik alakítása, megoldása (analitikus) és ezeknek a kombinálása (grafo- analitikus) útján jut el az optimális megoldást kifejező pont megtalálásához. A módszer két része a megoldás folyamán egymást segíti, sőt sokszor módot adnak az egyik rész- módszerrel megtalálni vélt megoldás pontosítására vagy ellenőrzésére a másik rész- módszerrel. [8]

Nézzünk egy egyszerű példát a módszer alkalmazásának demonstrálására. Nevezük a példát „Farmer- problémá”- nak, mivel a feladat az, hogy olyan téglalap alakú kertet kerítsünk be adott hosszúságú kerítés anyaggal, aminek maximális a területe. A két változó tehát a téglalap két oldala, azaz a és b . Az optimumkeresés célfüggvénye a téglalap területe, azaz $f = T(a,b) = ab$, és keressük azt az a és b értéket, melynél T maximális, de kielégítik a feltételeket.

Explicit feltételek: a és b értéke legyen 0 és K között, ahol K az adott, rendelkezésre álló kerítés-hosszúság. Az, hogy csak adott (K) hosszúságú kerítésanyagot használhatunk fel, egy implicit feltétellel vehető figyelembe: $0 < 2a + 2b < K$.

A megoldáshoz szükség van a célfüggvény szintvonalaira, amiket a célfüggvény konstans értékeihez tartozó görbék formájában ábrázolhatunk (2. ábra). A célfüggvényt egy tetszés szerinti, szabadon választott konstanssal (c) egyenlővé téve kapjuk:

$T = ab = c$, azaz $b = c / a$, ami egy $a - b$ koordináta rendszerben ábrázolva hiperbola. Különböző konkrét c értékekhez különböző hiperbolákat kapunk, ezeket ábrázolhatjuk az $a - b$ koordináta-rendszerben.

Az implicit feltételt ugyanebben a koordináta rendszerben való ábrázolhatósága végett át kell alakítani:

$b < K/2 - a$, ami egy 45° dőlésszögű egyenes. Az explicit feltételeket pedig úgy ábrázoltuk, mint egy „fal”, azért, hogy azokat a keresés folyamán soha semmiképp ne lépjük túl. A célfüggvény és a feltételek ábrázolását mutatja a 2. ábra. Ezzel kialakult a megfeleléségi tartomány.

Alkalmazva a Kuhn-Tucker optimalitási kritériumot, meg kell keresnünk a célfüggvény valamely szintvonalának érintését a tartomány határával. Ahol ez az érintés megvalósul (a 2. ábrán ezt a pontot jelöltük OPT- tal), ott van az optimumkeresési feladat megoldása, és c értéke az érintéskor (c^*) éppen az elérhető maximális célfüggvény értéke lesz. Tehát a feladat könnyen megoldható egyszerű próbálgatások útján: c értékét addig változtatjuk, míg a c értékhez tartozó szintvonal nem érinti a tartományt. Ha elértük az érintést, akkor c értéke az elérhető maximális célfüggvény lesz ($c^* = T_{max}$), az érintési pont koordinátái (a_{opt} és b_{opt}) pedig megadják a változók optimális értékeit, ezzel a feladat megoldásra került.

A módszer alkalmazásakor tehát szükség lesz a megfeleléségi tartomány és a célfüggvény szintvonalainak ábrázolására. Jelen munkában a szintvonalak helyett a teljes célfüggvény felületét fogjuk ábrázolni, mivel a mai számítástechnikai lehetőségek már könnyen alkalmazhatóan lehetővé teszik ezt. Így tulajdonképpen azt a helyzetet érjük majd el, mintha végtelen sok szintvonalat rajzoltunk volna fel.

3. DEMONSTRATÍV SZÁMPÉLDA

A módszer használatának és hatásosságának bemutatására egy számpéldát vizsgálunk, az 1. ábrán látható elrendezéssel.

A csapágyakat terhelő erők a hajlító nyomatékú egyenletből [6], [7] adódnak, és mivel a vizsgált szerkezetben nincs axiális erő, ezért ezek azonosak a csapágyra értelmzett egyenértékű terheléssel:

$$F_a = \frac{F_1 \cdot (a+b) + F_2 \cdot a}{b} = P_a \quad (1)$$

$$F_b = \frac{F_1 + F_2 \cdot (a+b)}{b} = P_b \quad (2)$$

A csapágyak számítása a kívánt élettartamra:

A csapágy elvart élettartama üzemmórában 20000 óra.

Csapágy élettartam kitevő: golyóscsapágy esetén: $p = 3$,

görgőscsapágy esetén: $p = \frac{10}{3}$.

Ezzel az élettartam: $L_{10} = L_{10h} * \frac{60 \cdot n}{10^6}$ (3)

L_{10} : csapágyélettartam millió körül fordulásban.

L_{10h} : csapágyélettartam üzemmórában, C a csapágy kívánt élettartamához szükséges dinamikus alapterhelése, P pedig a csapágy egyenértékű terhelése, ami A csapágy esetén P_a , B csapágy esetén P_b .

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (4)$$

$$C = P * \sqrt[p]{L_{10h} * \frac{10^6}{60 \cdot n}} \quad (5)$$

Dinamikus alapterhelés függvényében és a csapágy tömegére approximációt végezve (3. ábra), az A és B csapágyra kiszámíthatjuk a csapágyak tömegét. [9]

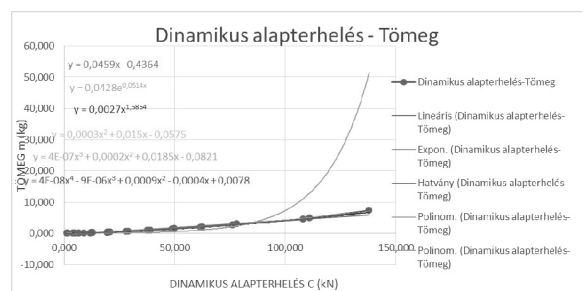
$$m_A = 4 * 10^{-7} * C_A^3 + 0,0002 * C_A^2 + 0,0105 * C_A - 0,0021$$

$$m_B = 4 * 10^{-7} * C_B^3 + 0,0002 * C_B^2 + 0,0185 * C_B - 0,0821$$

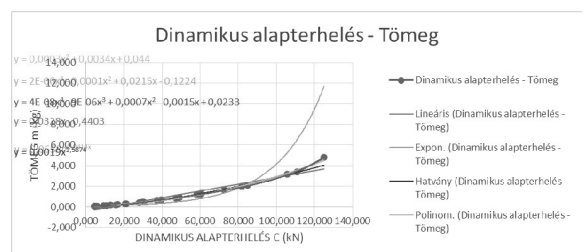
A két csapágy össztömege az optimumkeresés célfüggvénye: [10]

$$f(A, B) = m_A + m_B \quad (6)$$

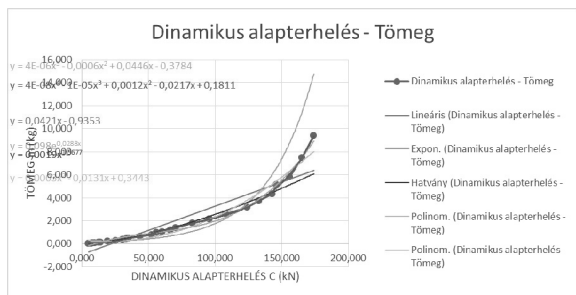
Első lépésként csak a csapágyak tömegének minimumát vizsgáljuk, ezért a tengely tömege itt még nincs figyelembevéve, így szükség van egy implicit feltételre, ami kimondja, hogy a csapágyaknál adódó tengely átmérője legalább 25 mm legyen.



3.a ábra. 61XX csapágy sorozat tömeg- approximációja



3.b ábra. 60XX csapágy sorozat tömeg- approximációja

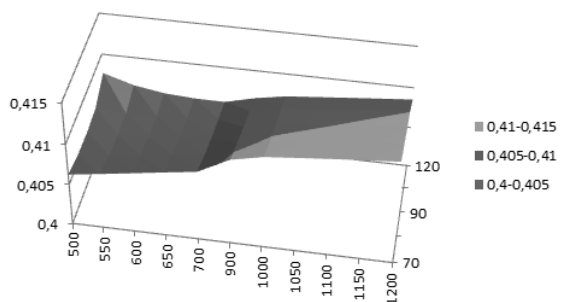


3.c ábra. 62XX csapágy sorozat tömeg- approximációja

A dinamikus alapterhelés – tömeg függvény közelítését egysorú mélyhornyú csapágyakra végeztük el, ami több görbét jelent, mert egy belső furatátmérőhöz többféle csapágy is választható. Ezekbe a görbékbe behelyettesítve, a célfüggvény egy pontját a legkisebb tömeget adó csapággal számoltuk, majd az így adódó felületnek az explicit feltételek és implicit feltétel által leírt tartomány felett meghatároztuk a minimumát.

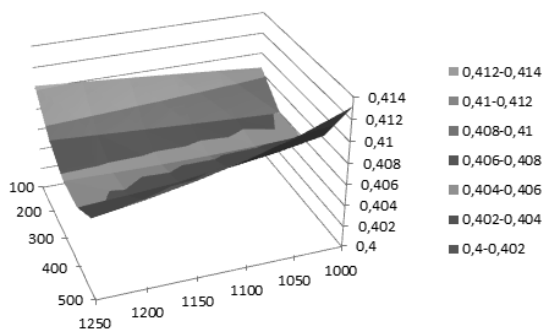
A 4. ábra több ráközelítésben (zoom) mutatja a célfüggvény alakulását, a pontos rácsponti értékek az ábrákat kísérő táblázatokban találhatóak.

a \ b	500	550	600	650	700
70	0,406299	0,406838	0,407411	0,407983	0,408538
80	0,405772	0,406113	0,406558	0,407048	0,407553
90	0,405642	0,405715	0,40598	0,406349	0,40677
100	0,405908	0,405645	0,405678	0,405883	0,40619
120	0,407631	0,406489	0,405899	0,405657	0,405637



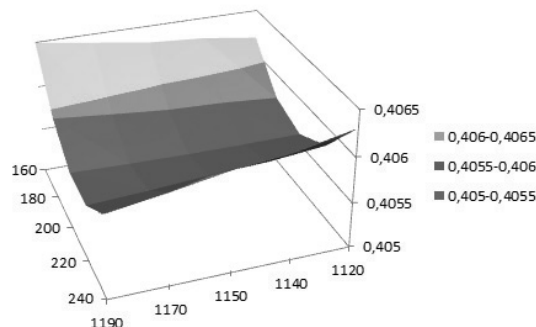
4.a ábra. A célfüggvény felülete, első ráközelítés

a / b	1000	1050	1100	1150	1200	1250
100	0,408533	0,408907	0,409266	0,40961	0,409939	0,410253
150	0,405968	0,406182	0,40642	0,406675	0,406938	0,407207
200	0,405881	0,405705	0,405624	0,405614	0,40566	0,405748
250	0,408274	0,407478	0,406876	0,406428	0,406103	0,405876
300	0,413146	0,411499	0,410177	0,409117	0,408268	0,40759



4.b ábra. A célfüggvény felülete, második ráközelítés

a / b	1120	1140	1150	1170	1190
160	0,406181	0,406268	0,406312	0,406404	0,406497
180	0,405738	0,405787	0,405813	0,40587	0,405932
200	0,405612	0,405611	0,405614	0,405627	0,405647
220	0,405802	0,405741	0,405715	0,405673	0,405642
240	0,406309	0,406175	0,406116	0,406008	0,405917



4.c ábra. A célfüggvény felülete, harmadik ráközelítés

A ráközelítések kiterjedése, iránya attól függ, hogy hová adódik az adott táblázatban a célfüggvény legkisebb értéke. Ha a tartomány szélére adódik, akkor a következő ráközelítést abban az irányban tágítani kell, hogy látható legyen a célfüggvény további alakulása a tartomány további részén is. Ha elérjük, hogy a célfüggvény minimuma egy adott ráközelítésnek megfelelő táblázat belsejében van, akkor elértük a minimális megoldást. A végső megoldás eldöntéséhez azt is vizsgálnunk kell, hogy ilyenkor az a és b értékek felbontása, lépésköze elegendő-e a számunkra. Ha szükséges, folytatható a keresés, finomabb felosztással újabb táblázat és újabb célfüggvényábrázolás létrehozásával.

A 4. ábra c részében látható, hogy a keresett optimum $a = 200$ mm, $b = 1140$ mm esetén adódik, ekkor az elérhető legkisebb csapágy-össztömeg 0.405611 kg. Tehát kimondható, hogy létezik optimum és a módszer alkalmas a minimum meghatározására, akár tetszőleges mértékű kívánt pontosság mellett.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen cikkben azt vizsgáljuk, hogy létezik-e a csapágytömegek összegének, mint célfüggvénynek minimuma egy előírt tengelyhossz- tartományon (1. ábra, a és b hosszak). Ehhez az optimumkeresési feladatot megfogalmazva, a Kuhn- Tucker féle optimalitási kritériumra alapuló grafo- analitikus optimumkereső módszert alkalmazzuk.

A célfüggvényt nem szükséges színtvonalakkal ábrázolni, mert az alkalmazott szoftverek lehetővé teszik a teljes célfüggvénynek mint felületnek az ábrázolását is, így már csak a minimális függvényértéket kell megkeresni a feltételek által leírt tartományon belül. Ezt több „zoom”, azaz ráközelített ábrázolás segítségével meg is tesszük, bemutatva a rácspontokbeli függvényértékeket táblázatos formában is, megkönnyítve a pontos leolvasást, azaz az optimumkeresési feladatot még pontosabb megoldásáért.

A keresési folyamat eredményeként kijelenthető, hogy létezik optimum, tehát található olyan a és b hossz érték kombináció, aminél a tengely csapágyazásához felhasznált csapágyak össztömege minimális. Természetesen eklatánsan látszik, hogy a két hossz értéke meghatározza a tengely méreteit is, tehát a feladat folytatásaként szükség lesz a tengelytömeg figyelembe vételére is a célfüggvényben.

A tengelytömeg nélküli és a tengelytömeg figyelembe vételével létrejövő eredmények érdekes és hasznos összehasonlításra, további következtetések levonására fognak lehetőséget adni, és ezek a következtetések, észrevételek már haszonnal alkalmazhatók lesznek a konkrét csapágyazási kialakítások, konstrukciók tervezése során.

5. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű, „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

6. FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] SKF Főkatalógus. SKF, 1997. Budapest.

[2] Dr. Nagy Tamás: Feltételes optimalizálás. Egyetemi elektronikus oktatóanyag, Miskolci Egyetem Alkalmazott Matematikai Tanszék, Miskolc, 2012.
TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001

[3] Dr. Szabó Ferenc János - Bihari Zoltán – Sarka Ferenc: „Termékek, szerkezetek, gépelemek végeelemes modellezése és optimalása” Szakmérnöki jegyzet, HEFOP CAD/CAM/FEM Kompetencia Kurzusok, Miskolci Egyetem, 2006.

[4] Terplán Zénó: Gépelemek I. Egyetemi jegyzet Tankönyvkiadó, Budapest, 1982.

[5] Terplán Zénó: Gépelemek II. Egyetemi jegyzet Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.

[6] Döbröczöni Ádám (Szerk.): Gépszerkezetan I. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1998.

[7] Ungár Tamás, Vida András: Segédlet a gépelemek I – II kötetéhez. Egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.

[8] Szabó, F. J.: Multidisciplinary optimization of a structure with temperature dependent material characteristics, subjected to impact loading. *International Review of Mechanical Engineering*, 2 (3) pp. 499- 505. (2008).

[9] Szabó, F. J.: Tengelyek csapágyazásának optimalizációs lehetőségei. The Publications of the MultiScience - XXVIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference ISBN: 978-963-358-051-6, Paper No. 26.

[10] Kovács, K.: Tengelycsapágyazás optimalizálási lehetőségei tömegminimumra. *Ajövő mérnökeinek prezentációi* (Szerk. Bihari Z.) Miskolc, 2013. December 6. Konferencia CD Kiadvány, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet, Miskolc, 2014. ISBN 978-963-358-050-9. pp. 77- 85.

CONTENTS

1. Czifra Árpád, Horváth Sándor: CHANGES OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ENGINEERING SURFACES DUE TO SURFACE TREATMENT	5	9. Janoch Ábel, Ficzere Péter: THE ROLE OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY IN CLASSIC VEHICLE SPARE PART SUPPLY SYSTEM	38
2. Darabos Anita: AZ ECO-DESIGN APPROACH IN PRODUCT DESIGN AND CREATION	9	10. Kátai László, Szabó István, Lágymányosi Péter, Szakál Zoltán: EFFECTS OF 3D PRINTING PARAMETERS ON STRENGTH CHARACTERISTICS OF PRINTED MATERIAL	42
3. Debreczeni Dániel, Kamondi László: ZAHNFUSS-NENNSPANNUNG VON SYMMETRISCHEN UND ASYMMETRISCHEN, EVOLVENTISCH-AUSSENVERZÄHNTEN, ZYLINDRISCHEN ZAHNRADPAAREN	13	11. Kiss Gábor: DANGER OF MANCHURIAN AI IN AUTONOMOUS VEHICLES	46
4. Ecsedi István, Baksa Attila: STATIC ANALYSIS OF RADIALLY POLARIZED PIEZOELECTRIC SPACE WITH A SPHERICAL CAVITY	17	12. Ficzere Péter, Győri Márk, Lovas László: EFFECTS OF CONTACT HOUR DECREASE IN THE ENGINEERING DRAWING EDUCATION	50
5. Fazekas Bálint, Goda Tibor: MECHANICAL MODELLING OF ELASTOMERS	21	13. Lukács Norbert László, Ficzere Péter, Temesi Tamás: INVESTIGATION OF THE MANUFACTURING PARAMETER DEPENDENT INTERLAYER FAILURES BY CAD SOFTWARE	54
6. Ficzere Péter: THE IMPACT OF THE POSITION OF PARTS IN WORKSPACE ON MANUFACTURING COSTS IN THE CASE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES	26	14. Sarka Ferenc, Bihari János: COMMUTING WITH HUMAN-ELECTRIC HYBRID DRIVES IN MEDIUM-SIZED CITIES	58
7. Fodor Lóránt: ISINTERFACE POINTS FOR INDUSTRIAL DESIGN IN PRODUCT DEVELOPMENT	30	15. Sarka Ferenc: INVESTIGATION AND PREDICTING OF WEAR IN NON LUBRICATED GEAR DRIVES	62
8. Hegedűs József: AZ INNOVÁCIÓS FOLYAMATOK ELEMI TÉNYEZŐINEK FEJLESZTÉSE AZ ÉRTÉKELEMZÉS FELHASZNÁLÁSÁVAL	32	16. Szabó Ferenc János, Sztankó Bálint: OPTIMIZATION OF A SHAFT-BEARING SYSTEM FOR MINIMUM MASS USING KUHN-TUCKER OPTIMALITY CRITERIUM METHOD	66

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám

President of Editorial Board

Vesza József

General Editor

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

Deputy

Dr. Barkóczy 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. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálincás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

DEAR READER,

On 22-24th August 1973 a number of 234, mainly top designer members of 110 firms and institutes dealt with the industrial design and its organisation. The idea of the conference was born in the summer of 1972 during the national secretariat meeting of the Scientific Society for Mechanical Engineering (GTE) that was arranged by the GTE committee of the University of Miskolc, with the collaboration of professor Dr. Zénó Terplán, Dr. József Magyar, Dr. Rezső Száday and the workmates of the Department of Machine Elements, University of Miskolc. The conference was opened by professor Dr. Jenő Varga, former chief designer of the GANZ factory, highlighting that *this was the very first occasion of such a meeting in Hungary*. He called the attention of the participants to the *evaluation of the design*, considering the mainly West German papers *dealing with design methodology*, published during the last years. The authors of all the 15 papers of the conference proceedings argued for a design work that framed into a consolidated system, fruitful and effective. After the event of the Discussion of Chief Designers in 1975 the conference title was transformed into *National Seminary of Machine Designers* in 1977.

Previously to the 1990-es changes, similarly to the earlier events in mood, was the 6th National Seminary of Machine Designers in 1985, held in Miskolc-Tapolca. The 43 presentations, all in printed form, too, were followed by 210 participants, arrived from the industry, research institutes and higher education. At the opening ceremony, professor Dr. József Drobní *talked about the design of energy-efficient, reliable and aesthetic machines that are competitive not only abroad but also inland*, and called the attention to challenges ahead. The bankruptcy of state-owned companies and research institutes influenced the VII. National Seminary of Designers. The conference was organized at the University of Miskolc and the presentations were held by university lecturers, professors and researchers for colleagues from the higher education and some industrial expert, with unchanged effort.

During the last decade of the 20th century the Hungarian industry was transformed radically, the producer changed places with the consumer, the underestimated consumer goods became equal to the machines and means of production, the dictionary of machine designers was completed by the word "product". The designers have understood the meaning of the product: everything which are interested in, e.g. Conference of Machine Designers, or on which the interest can be aroused, e.g. Conference of Machine and Product Designers. The organizers of the conference also understood the needs of the entrant generations, *the kind participation in regular professional meeting, and the pleasure of the reliable publication at a reasonable price, by the support of the Scientific Society for Mechanical Engineering*.

The change is perceptible in the theme of the presentations, too. *Beside the mathematics, the mechanics, the material and manufacturing sciences, the dimensioning, strength calculation, lubrication and structure of machine elements, the computer aided manufacturing of real products and virtual models, the biology, the medical sciences, the analogies of nature and the results of industrial design became also into the groups of analyzed areas*.

At the end of this recommendation, do allow us the kind Reader a personal voice. Our organizing work since 1985 has not become fruitful without the support of the leaders, the teaching and non-teaching staff of the Institute of Machine and Product Design (formerly the Department of Machine Elements) Personally, I am indebted for their encouragement, critic and work to professor Gabriella Bognár Vadászné, director of Institute, to professor emeritus Ádám Döbröczöni, to Géza Németh senior lecturer, and to Aranka Gere economic administrator.

Dr. József Péter
organizing secretary of the Seminary

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

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

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1147 Budapest, Czobor u. 68., Postal address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Web: www.gteportal.eu

Web: http://www.gepujsag.hu * Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Publisher: Dr. Igaz Jenő, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Distributed to subscribers by Magyar Posta Zrt, Postal address: 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered at any Hungarian post office, from postmen, from the link: www.posta.hu WEBSHOP

(https://eshop.posta.hu/storefront/), via e-mail: hirlaplofizetes@posta.hu, by phone: 06-1-767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Magyar Posta Zrt. Visit: www.posta.hu WEBSHOP (https://eshop.posta.hu/storefront/), mail to: 1900 Budapest, 06-1-767-8262, or hirlaplofizetes@posta.hu

Domestic subscription prices are: HUF 1,260 a single copy and HUF 2,520 a double copy.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

The published articles have been reviewed.

The publication is supported by the National Cultural Fund of Hungary

1545-16.00 Szabó Gyula PhD hallgató, Dr. Váradi Károly professor emeritus BME Gép- és Terméktervezés Tanszék: Nyomásnak és hajlításnak kitett száltekeresztelt kompozit tömlő instabilitási vizsgálata

16.00-16.15 Szalai Enikő MSc hallgató BME Gép- és Terméktervezés Tanszék, Dr. Szódy Róbert főorvos Országos Traumatológiai Intézet, Dr. Váradi Károly professor emeritus BME Gép- és Terméktervezés Tanszék, Dr. Borbás Lajos professor emeritus EDUTUS: Kiterjedt csonthiányos környezetben alkalmazott vápakosarak rögzítését szolgáló csavarok végeelem vizsgálata

16.15-16.30 Temesi Tamás doktorandusz, BME Polimertechnikai Tanszék, Bella Szabolcs, AedusSpace Kft, Dr. Czigány Tibor, BME Polimertechnika Tsz, MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport: Lefogó készülék tervezése alumínium-polimer kötések létrehozásához

16.30-16.45 Béres-Deák Emília MSc hallgató Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gép- és Terméktervezés Tanszék, Vajda Márk Zsolt MSc hallgató, tanszéki demonstrátor Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gép- és Terméktervezés Tanszék: Talajművelő gépek kopásálló anyagainak összehasonlító vizsgálata

16.45-17.00 Tóth Bogdán Barnabás demonstrátor BME Gép- és Terméktervezés Tanszék: Csipőprotézis vizsgáló berendezés koncepcionális tervezése és fejlesztése

17.00-17.15 Fazekas Bálint PhD hallgató, Dr. Goda Tibor egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gép- és Terméktervezés Tanszék: A Mullins hatás mechanikai modellezése viskoelasztikus elasztomereknél

17.15-17.30 Tóth Dániel tanársegéd Miskolci Egyetem Szerszámgépek Intézeti Tanszéke, Dr. Takács György Miskolci Egyetem Szerszámgépek Intézeti Tanszéke, Dr. Szilágyi Attila Miskolci Egyetem Szerszámgépek Intézeti Tanszéke: Csapágyhibák diagnosztizálására alkalmas módszerek elemzése

I. SZEKCIÓ, I. EMELET, DEÁK-TEREM 2019. NOVEMBER 8. (PÉNTEK) DÉLELŐTT 9.00-TÓL

Szekcióvezető: Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet, Dr. Kamondi László címzetes egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet

9.00-9.15 Dr. Jálics Károly PhD, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Burkolatok, falak hanggátolása meghatározásának lehetőségei a konstrukciós fázisban

9.15-9.30 Dr. Dömötör Csaba egyetemi docens Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Autoemlékek az állatvilágban

9.30-9.45 Dr. Kamondi László címzetes egyetemi tanár Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet, Drágár Zsuzsa tanszéki mérnök Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: A nem-szimmetrikus fogalaku hengeres ferde fogú fogaskerékpárok kapcsolószám sajátosságai (Characteristics of contact ratio in case of cylindrical helical gear pairs with non-symmetrical tooth shape)

9.45-10.00 Debreczeni Dániel PhD hallgató, Dr. Kamondi László címzetes egyetemi tanár Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Szimmetrikus és aszimmetrikus, evolvens, külső fogazatú, hengeres fogaskerékpárok névleges fogtőfeszültsége

10.00-10.15 Sipkás Vivien PhD hallgató Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet, Vadászné Dr. Bognár Gabriella egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet: Kerti gépekben alkalmazott mikrokapcsolók élettartam adatainak vizsgálata és elemzése

10.15-10.30 Dr. Lelkes Márk, Rába Futómű Kft.; Dr. Szávai Szabolcs, Miskolci Egyetem; H. Tóth Zsolt, VARINEX Informatikai Zrt.: Hajtóművek kenési viszonyainak áramlástanai modellezése

10.30-10.45 Soltész László fejlesztési igazgató, Emerson Aventics Hungary Kft: Nagyteljesítményű elővezérő szelep fejlesztési projekt a gyakorlatban

10.45-11.00 Dr. Bányai Tamás egyetemi docens Miskolci Egyetem Logisztikai Intézet: Intelligens hulladékgyűjtő konténernek kibernetikai hulladékgyűjtési rendszerekben

11.00-11.15 Mohamad Barhm Abdullah PhD hallgató, Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet, Andrei Zelenitsom Bauman Allami Műszaki Egyetem, Moszkva: Hangtompító akusztikai tervezése hibrid módszerrel

11.15-11.30 Alsarayefi Saad Jabber Nazal PhD hallgató, Dr. Jálics Károly egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Károsodás hatása szálerezítésű polimer rezgéscsillapítási tulajdonságaira

11.30-11.45 Haidar Faisal Helal Mobark PhD student University of Miskolc Institute of Materials Science and Technology, Dr. János Lukács Professor University of Miskolc Institute of Materials Science and Technology: Mismatch effect on fatigue crack propagation limit curves of GMAW joints made of S690QL, S960QL and S960TM type base materials

11.45-12.00 Mohamad Klazly PhD hallgató, Vadászné dr. Bognár Gabriella egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Investigation of the enhancement of convective heat transfer for flow of nanofluid over flat plate

12.00-12.15 Chahboub Yassine PhD hallgató Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Determination of GTN parameters using artificial neural network for ductile failure

12.15-12.30 Dr. Péter József c. egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Hermetikus hajtások

12.30 A Géptervezők és Termékfejlesztők XXXV. Szemináriumának bezárása

II. SZEKCIÓ, I. EMELET, NAGYTEREM 2019. NOVEMBER 8. (PÉNTEK) DÉLELŐTT 9.00-TÓL

Szekcióvezető: Dr. Bihari Zoltán egyetemi docens, Dr. Jálics Károly c. egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet

9.00-9.15 Barna Bence BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Érintés nélküli testszártó gép

9.15-9.30 Bubonyi Andrea MSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Figyelemfelkeltő bemutató eszköz továbbfejlesztésének lehetőségei

9.30-9.45 Gulyás Márk BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Mikrofon mozgató manipulátor tervezése

9.45-10.00 Majoros Péter BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Csomagolástervező berendezés tervezése

10.00-10.15 Kmetz Barbara MSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Implantátumok élettartam vizsgálata.

10.15-10.30 Papp Szonja MSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Síklócsapágy tribológiai vizsgálatának szimulációja

10.30-10.45 Nádasi Máté BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Szalagcsiszoló tervezése

10.45-11.00 Sztankó Bálint BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Tengelyek csapágyazásának optimalizálása tömeg- és költségminimumra

11.00-11.15 Topa Martin BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Fröccsöntő szerszám tervezése

11.15-11.30 Urbán Bertalan BSc géptervező hallgató, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet: Bojli ext-ruder tervezése

A GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXV. SZEMINÁRIUMÁNAK SZERVEZŐI:

Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella
az MTA doktora, habil intézetigazgató
Dr. habil. Döbröczöni Ádám egyetemi tanár, professor emeritus
Dr. Péter József c. egyetemi tanár, a szeminárium titkára
Németh Géza egyetemi adjunktus
Gere Aranka intézeti ügyintéző

KORÁBBI RENDEZVÉNYEINK:

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása
Miskolc, 1973. augusztus 23 - 24.

Vezető Konstruktőrök Tanácskozása
Miskolc, 1975. július 23 - 24.

Géptervezők III. Országos Szeminárium
Miskolc, 1977. augusztus 30 - szeptember 1.

Géptervezők IV. Országos Szeminárium
Miskolc, 1980. augusztus 26 - 27.

Géptervezők V. Országos Szeminárium
Miskolc, 1982. augusztus 25 - 26.

Géptervezők VI. Országos Szeminárium
Miskolc, 1985. április 11 - 12

Géptervezők VII. Országos Szeminárium
Miskolc, 1989. május 29 - 31.

Géptervezők VIII. Országos Szeminárium
Miskolc, 1991. május 29 - 30.

Géptervezők IX. Országos Szeminárium
Miskolc, 1993. szeptember 30 - október 1.

Géptervezés ,94 (Géptervezők X. Országos Szeminárium)
Miskolc, 1994. május 20.

Géptervezők XI. Országos Szeminárium
Miskolc, 1995. május 29-30.

Géptervezés-termékfejlesztés ,96 (Géptervezők és
Termékfejlesztők XII. Országos Szeminárium),
Miskolc, 1996. május 24-25.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIII. Országos Szeminárium,
Miskolc, 1997. november 28.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIV. Országos Szeminárium,
Miskolc, 1998. december 15.

Géptervezők és Termékfejlesztők XV. Országos Szeminárium,
Miskolc, 1999. szeptember 30-október 1.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVI. Országos Szeminárium,
Miskolc, 2000. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVII. Országos Szeminárium,
Miskolc, 2001. november 8 - 9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XVIII. Országos Szeminárium,
Miskolc, 2002. november 7 - 8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XIX. Országos Szeminárium,
Miskolc, 2003. november 6 - 7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XX. Országos Szeminárium
Miskolc, 2004. november 11 - 12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXI. Országos Szeminárium
Miskolc, 2005. november 10 - 11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXII. Országos Szeminárium
2006. november 9 - 10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIII. Országos Szeminárium
2007. november 15 - 16.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIV. Országos Szeminárium
2008. november 13 - 14.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXV. Országos Szeminárium
2009. november 5 - 6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVI. Országos Szeminárium
2010. november 11-12.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Országos Szeminárium
2011. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Országos Szeminárium
2012. november 8-9.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXIX. Országos Szeminárium
2013. november 7-8.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXX. Országos Szeminárium
2014. november 6-7.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXI. Országos Szeminárium
2015. november 5-6.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXII. Országos Szeminárium
2016. november 10-11.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIII. Országos Szeminárium
2017. november 9-10.

Géptervezők és Termékfejlesztők XXXIV. Országos Szeminárium
2018. november 8-9.

GÉPTERVEZŐK ÉS TERMÉKFEJLESZTŐK XXXV. SZEMINÁRIUMA

Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet
H-3515 MISKOLC-EGYETEMVÁROS
Telefon/Fax: (0036)-46-327 643
E-mail: machpj@uni-miskolc.hu

