

GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



2012/12.



Nemzeti
Kulturális
Alap

186
LXIII. évf

CONTENTS

Antal Dániel, Lénárt József, Kavecz Máté, Marinkovics Ádám Implementation of a PLC controlled workpiece feeding system.....	3
Baksa Balázs Proportional Velves Testing Workplace at the Machine Tools Department.....	7
Bihari Zoltán, Dr. Sente József, PhD Conceptual design of device for acoustics measuring.....	11
Bihari Zoltán, Dr. Sente József Load capacity of roller freewheels.....	15
Csáki Tibor, Makó Ildikó, Kiss Dániel Development plan of a robotic cell.....	19
Csire Géza, Doktorandusz Approximation of surfaces with desired Flexibility by folding a planar layer of Materials.....	23
Dömötör Csaba, Dr. Péter József Nature principles in analogical design.....	29
Eesedi István, Baksa Attila Determination of stresses and displacements in a piezoelectric hollow circular disk.....	33
Fehér Lajos, Dr. Pere Balázs, Dr. Égert János Finite element analysis of a racing car chassis with given geometry by beam and shell modeling.....	37
Földesi Bernát, Rádics János Péter, Kotroczi Krisztián, Tamás Kornél, Jóri J. István Determination of discrete element material model parameters for simulating the process of vegetable oil press.....	41
Horváth Péter PhD Modeling electroactive polymer foil.....	45
Jakab Endre Design of linear positioning feed drive.....	49
Jászka Tamás István, Dr. Szabó Tamás Active vibration damping of a linear drive system.....	53
Kelemen László, Dr. Sente József Generation of crowned tooth surface by twoparameter Enveloping.....	57
Kiss Dániel, Csáki Tibor, Oláh Lajos Julianna CNC machines helps the education at the university of miskolc.....	61
Kotroczi Krisztián, Dr. Kerényi György Discrete element simulation of agricultural soil.....	65
Lázár András, Collognáth Dezső, Nyitrai Károly, Dr. Horák Péter Development of individual multi-axis robot.....	69
Lénárt József, Antal Dániel, Kavecz Máté, Marinkovics Ádám Implementation of an automatic palletizing system with intelligent robot.....	73
Márton Zoltán, Dr. Váradi Károly, Daniel Frölich, Dr. Bernd Sauer Contact behaviour of a radial shaft seal.....	77
Nagy Lajos Analysis of a cylindrical roller follower cam mechanism.....	81
Németh Géza, Dr. Péter József, Döbröczi Ádám, Németh Nándor Helical torsion spring improvement for epicyclic Traction drive.....	85
Dr. Péter József Theoretical calculations and laboratory tests of flexible gear drive.....	89
Dr. Péter József Laboratory tests of flexible gear drive II.....	94
Pintér Ervin, Dr. Káti László, Dr. Szabó István, Dr. Szabó Ervin Development of bevelgearbox with six axis.....	99
Polyák Dominika, Rádics János Péter, Kerényi György, Bellus Zoltán, Hamar József Development of mobile equipment for milling industry for small plants for rapid test of grain contamination.....	103
Porkoláb László, Dr. Pere Balázs, Dr. Égert János Finite element analysis of a spider rim of a racing car.....	107
Sarka Ferenc, Tóbiás Zsolt Analysing acoustical characteristics of gearboxes for designing tester equipment.....	111
Simon Gábor, Török Tamás Improvement of a test machine to establish the nonlinear parameters of driving belts.....	117
Szabó Ferenc János Dangerous error possibilities during finite element modelling and optimization II.....	121
Szalai Judit PhD, Dr. Váradi Károly Finite element analysis of tubes under axial crushing.....	127
Szörbik Sándor Vibration analysis for a pillar drilling machine by finite element technique.....	131
Dr. Szilágyi Attila, Hegedűs György, Kiss Dániel Computational analysis of the power Conditions of a rolling-bending machine with High power.....	135
Dr. Szilágyi Attila, Kiss Dániel, Nyerges Dávid Static-stiffness analysis of a rolling-bending Machine with high-power.....	139
Dr. Szilágyi Attila, Dr. Takács György, Hegedűs György Determination of equivalence between Trapezoidal- and ballscrew drives by software.....	143
Szűcs Péter, Dr. Váradi Károly Die thermische analyse der „hot-spot“ wanderung.....	147
Velezdi György, Csáki Tibor Supercomputer at the university of miskolc.....	151
Vidovics Balázs Questions of effectiveness of design activities in remote collaboration environment.....	155
Zwierczyk Péter T., Dr. Váradi Károly Finite element analysis of frictional state of a railway rail-wheel connection.....	159
Dombóvári Zoltán, Szépán Gábor Dynamic properties of milling tools and their effects on stability of cutting.....	163
Sarka Ferenc Influence of passive parts to the emitted noise in gear drives.....	175
Szűcs Renáta, Dr. Kamondi László An introduction to application of Matlab for analysis of gears.....	179

... az új fontos szerepet
...ományos közéletben.
...ságnak volt aktív tagja,
...doktori bizottságok-
...ottságokban, szakosz-
...tudományának műve-
...tosnak tartotta annak
...t, az aktív részvételt a
...etben.

...érbeli kapcsolódásaira
...tatásait élete végéig
...túl régen a Gép-
...Akadémiai Bizottság
...ról összefoglalást.

...nyos-szakmai-vezetői
...ek elismerései: Aka-
...mka Érdemrend Ezüst
...fokozata, Oktatásügy
...lja, Signum Aureum
...Doctor Honoris Causa,
...ate, majd 1997-ben
...itus lett.

...t egy néhány nappal
...ötetet, benne egy
...János kiválasztja a
...helyeket a Magyar
...ágára egy fényképész
...asztotta, amelyiken
...- távozni készül egy

...tom rajzai közül?

...post.

...lőbbi nyugodtan,

...ez leszek én."

...fesször Úr! Mi – még
...akik e megszólításokkal
...st újra megszólítottunk, ki-
...őször engedhette meg
...eveles gépészmérnököt,
...így szabad, vagy kell

...de őrizve a tisztelet-
...mindenki számára - a
...ezer hallgatód, kollégád
...tben - kicsit merengő
...arejátékkal, kis torok-
...sáidat megelőzte. Nem
...zol, de mi látunk.
...zónjuk neked, hogy adtál
...il mi többek lettünk.
...mi tanár temetésén 2012,

...ésen elhangzottakból, Dr.
...zóni Ádám megemléke-
...ncs szerző aláírás!

FORGATÓ CSAVARRUGÓ FEJLESZTÉSE DÖRZSBOLYGÓMŰHÖZ HELICAL TORSION SPRING IMPROVEMENT FOR EPICYCLIC TRACTION DRIVE

Németh Géza
egyetemi adjunktus
Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

Dr. Péter József
egyetemi docens, PhD
Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

Dr. habil. Döbröczi Ádám
egyetemi tanár, CSc
Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

Németh Nándor
MSc hallgató
ELTE Informatikai Kar

ABSTRACT

The epicyclic traction drives transmit torque through shape closing connections. Two or more planetary wheels are in contact with the sun wheel, decreasing the torque should be transmitted in one pair of contacting surfaces. The load is distributed along the face width of wheels. The flexible body of the wheel helps the uniform load distribution both along and between the contact lines. The authors suggest a special preceeding shape of the flexible wheel which is a helical torsion spring, made of sheet metal and uniformly stressed.

1. BEVEZETÉS

A dörzsbolygóművek súrlódó kapcsolatokon keresztül módosítják a bemenő forgó mozgás jellemzőit. A rendszerint több beépített bolygókerék a teljesítmény megosztás előnyét biztosítja, a rugalmas elemkialakítás pedig az érintkezési vonalak mentén az egyenletesebb terhelésselosztást. A rugalmas elem a csavarrugó, mely henger alakú és dörzskerékként működik. Rugalmasságánál fogva biztosíthatja az összehasznált erő, lehetőség szerint a terheléssel arányos mértékben. A forgató csavarrugó megközelítőleg egyenszilárdságú, ha csak végein keresztül kapja terhelését. Egy napkerékként beépített csavarrugó azonban sok erő illetve nyomóterhelési hellyel jellemezhető. E cikkben a szerzők az egyenszilárdságú forgató csavarrugó egy lehetséges kialakítását mutatják be.

2. FORGATÓ CSAVARRUGÓK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Dörzsbolygóművek napkereke, gyűrűkereke és bolygókereke egyaránt készülhet csavarrugóból. A csavarrugó gyártástechnológiája az egyik legfontosabb tényező, mely a rugó végleges alakjára, ezzel beépítési lehetőségére, terhelésselátó helyeire, teljes terhelésselosztására és alakváltozási állapotára hatással van. Ugyanakkor a rugó alakja meghatározza a célszerű gyártástechnológiát. Csavarrugók területén az alapvető gyártástechnológiák a tekercselés és a forgácsolás. E szerint megkülönböztetünk tekercselt és forgácsolt csavarrugókat. Más az előgyártmánya egy tekercselt rugónak és más egy forgácsoltaknak. A tekercselt rugóké a különböző szelvényű rugóacél huzalok, a forgácsoltaké általában rugóacél csövek, de lehetnek bonyolultabb idomok is, hiszen forgácsolt rugók esetén a kapcsolódó funkciók illetve kapcsolódó alkatrészek egy darabban egyesíthetőek.

Általában a képlékenyalakítás és a forgácsolás egyaránt szerepet kap egy-egy rugó létrehozásában. Elképzelhető olyan gyártási folyamat is, melynek kiinduló nyersanyaga rugóacél lemez. Ekkor például lézervágással hozhatjuk létre a később képlékeny alakítással – tekercseléssel – készülő rugó előgyártmányát. A huzalból képlékeny alakítással készülő hengeres csavarrugók kialakítása ismert, ezekkel jelen cikk keretében nem foglalkozunk. Megemlítjük azonban, hogy huzalból tekercselhető változó emelkedésű, sőt változó emelkedési irányú rugó is, és megfelelő befoglalás esetén több bevezetésű rugó is megvalósítható. A csőből forgácsolással (esztergálással, marással, szikraforgácsolással) létrehozott rugók változatos kialakítása és lehetőségei a szakirodalomból és az ipari gyakorlatból ugyancsak ismertek, bővebben most ezeket sem említjük. Az acéllemezből készülő csavarrugókkal viszont részletesen foglalkozunk. A napjainkra igen elterjedt lézersugaras lemezvágás a nagy rugalmasság mellett olcsó lehetőséget kínál csavarrugók változatos kialakítására. Olyan lehetőségeket, melyeket a huzal előgyártmányból kiinduló technológia egyáltalán nem biztosít, a forgácsolás pedig a gazdaságos gyártás követelményét nem tudja teljesíteni.

A lemezből készülő forgató csavarrugók lehetnek állandó és változó keresztmetszetűek,

állandó és változó menetemelkedésűek; állandó és változó emelkedési irányúak, egy-, két- vagy több-bekezdésűek.

3. LEMEZ ELŐGYÁRTMÁNYÚ HENGERES FORGARTÓ CSAVARRUGÓK MÓDSZERES SZÁRMAZTATÁSA

Vegyük számba az alábbi említett forgatórugók főbb geometriai jellemzőit. A rugószelvény téglalap. Szélessége, sőt vastagsága is a lemezszalag előgyártmánytól függően állandó vagy változó lehet. Az emelkedési iránya bal, jobb vagy vegyes. A menetemelkedés nagysága és szöge, a szelvényhézag egyaránt lehet állandó vagy változó. A rugó végződése zárt vagy nyitott, és e mellett lehet megmunkált is. A bekezdések száma egy vagy több. A külső nyomtér átadásának helye lehet az egyik rugóvég, vagy a rugó hossza mentén bármely más hely.

A felsorolt változatok egy része csak elvi jelentőségű megoldást tükröz, más részük egymással összefügg, így az áttekinthetőség érdekében szűkítjük a mértékadó tulajdonságok körét!

Készüljön az előgyártmány állandó vastagságú lemezéből. Legyen a szelvények közötti távolság, a szelvényhézag állandó, azaz változó szelvény szélességhez egy arányosan változó emelkedés és emelkedési szög tartozzon. Változó szelvény szélességnél a változás iránya is egyértelmű: a külső terhelés átadásának helyén legyen szélesebb, a szabad vég felé pedig keskenyedjen. Így közeledhetünk a rugó egyenfeszültségi állapotának biztosítása felé. Legyen a rugó mindig hengeres, nyitott végződésű, vége simuljon a tengelyére merőleges síkhoz, mint a hagyományos köszörült nyomó csavarrugóknál. A rugóból készült dörzskerekek megesészásának veszélye csökkenthető a menetemelkedési szög kis értéken tartásával. Ez a követelmény korláta lesz a lemez szélességének, a szelvényhézagnak és a bekezdésszámnak. Ennek megfelelően kis szélességű lemezről tekercseljük a rugót a lehető legkisebb és állandó (zérus) szelvényhézaggal, mely hézag a kirugózás miatt mégis csak határozottan jelen lesz, és lehetővé teszi a beszereléskor szükséges átmérőcsökkentést. A szimmetrikus terhelés követelménye miatt a rugó bekezdéseinek számát növelhetjük, de a menetemelkedési szög felső korlátja miatt legfeljebb kétféle. A bal és jobb emelkedésű rugó egymástól nem, csak a változó emelkedé-

sőtől különbözik lényegesen. Az emelkedési iránya egyértelműen meghatározza a külső nyomtér irányát és átadásának helyét. Végre azonos emelkedési irányú rugót az egyik végén, a változó emelkedési irányút a változás helyén (a hossz mentén közepén) hajtjuk meg.

A megmaradó, változatosságot létrehozó szempontokat az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat Forgató csavarrugók változatossága

1. Szelvény szélesség (és egyben az emelkedési szög)	1.0 Állandó 1.1 Változó
2. Bekezdések száma	2.0 Egy 2.1 Kettő
3. Emelkedés iránya	3.0 Végig azonos 3.1 Változó

Az 1. táblázat szerinti lehetséges, egymástól lényegesen különböző rugóalakokat a 2. táblázat sorolja fel. A háromjegyű bináris kódok az 1. táblázat 3., 2. és 1. sorának megfelelő két-két változatot jelölik. A jelképek a behajtás helyéről is tájékoztatnak. Modell csak az állandó emelkedési szögű (000, 010, 100, 110) változatokról készült.

2. táblázat Rugóalakok

Kód	Jelkép	Modell
000		
001		
010		
011		
100		
101		
110		
111		

4. A CSAVARRUGÓ TERHELÉSE ÉS EGYENSZILÁRDSÁGA

Korábbi munkánkban már bemutattuk, hogy a napkerékként működő, Q számú bolygókerékkel kapcsolódó n menetszámú forgató csavarrugó sugár irányú terhelései a Q^n érintkezési pontban egyenlőek lehetnek, így a μ , tapadási tényezővel számított, ugyancsak Q^n számú F_t érintő irányú erők is. A sugárigányú erők okozta hajlító igénybevétel közel állandó, értéke $\rho_0 F_t$, az érintő irányú erők okozta hajlító igénybevétel pedig nullától $n \cdot Q \cdot \rho_0 F_t$ -ig közel lineárisan változik.

Figyelembe véve a fő igény csavarrugó szabad csatlakozás felé az

M_{sz}

függvény szerint mentén, $s = 0$.

$$s = \rho_0 \cdot \varphi \text{ és } \rho_0$$

A rugó lemezvastagság hajlító nyomtér tati az s ívkör

5. AZ ELŐGYÁRT

Lemezről tekercselt előgyártmányt, számított és gyártmánygyártmánynak, során megfolyamlik részben ságiak. Geometriai állandó szelvény mellett ezt a

szilárdságú kihasználtság esetében igénybevétele hulladékmentes, melyet szem

A feladatnak egyszerű elhanyagolható hézagmentes a rugóacél változó hajlítási szalagszélesség

A gazdálkodó ható meg, h a görbék azonos értékű eltérést szalagot egy feltekercselés, mény, hogy a távolsága a irányban a lineáris változás irányában között.

Az emelkedés okozza a külső k helyét. Végig az egyik végén, változás helyén k meg. sságot létrehozó atja.

atő csavarrugók változatossága

1.0 Állandó
1.1 Változó
2.0 Egy
2.1 Kettő
3.0 Végig azonos
3.1 Változó

ti lehetséges, ő rugóalakokat mjegyű bináris és 1. sorának lik. A jelképek tatnak. Modell igitű (000, 010,

zat Rugóalakok



ÉSE ÉS

atattuk, hogy a zámú bolygó számú forgató helései a Qn lehetnek, így a tott, ugyancsak i erők is. A ó igénybevétel z érintő irányú l pedig nullától isan változik.

függvénybe véve az $F_t = \mu_t \cdot F$ súrlódási erőt a fő igénybevételt okozó hajlítás a csavarrugó szabad végétől a hajtó tengelyhez csatlakozás felé az

$$M_{aj} = F \left(1 + \frac{Q \cdot s}{2\pi} \mu_t \right) \quad (1)$$

függvény szerint változik az s ívkoordináta mentén, $s = 0 \dots \rho_0 \cdot 2\pi \cdot n$ között, ahol $s = \rho_0 \cdot \varphi$ és ρ_0 a rugó görbületi sugara.

A rugó fő igénybevétele hajlítás. A lemezvastagság állandó, így szélességét az (1) hajtó nyomatéknak megfelelően kell változtatni az s ívkoordináta mentén.

5. AZ ELŐGYÁRTMÁNY ALAKJA

Lemezről tekercselte hengeres csavarrugók esetén előgyártmánynak a tekercselésre előkészített, számítógéppel segített eljárással tervezett és gyártott lemezszalagot értjük. Az előgyártmánynak meg kell felelnie a tervezés során megfogalmazott követelményeknek, melyek részben geometriaiak, részben szilárdságiak. Geometriai követelmény lehet az állandó szelvényhézag. Állandó szalagszélesség mellett ezt könnyen biztosítjuk, az egyenszilárdságú kialakítást biztosító változó szalagszélesség esetén a feladat pontosabb megfogalmazást igényel. A gazdaságos gyártáshoz a hulladékmentes lemez kivágás is hozzátartozik, melyet szem előtt tartunk.

A feladat matematikai megfogalmazásának egyszerűsítése érdekében tekintsünk egy elhanyagolható vastagságú lemezt, továbbá hézagmentes tekercselést tételezzünk, számítva a rugóacél lemez kirugózására. A lineárisan változó hajlítónyomaték lineárisan változó szalagszélességet kíván.

A gazdaságos gyártás csak úgy valósítható meg, ha a változó szélességű szalag határgörbéi azonosak, pontosabban egy konstans értékű eltolással jutunk egyiktől a másikhoz. A szalagot egy d átmérőjű maghengerre kívánjuk feltekereselni hézagmentesen, ezért követelmény, hogy a szalag két határoló görbéjének távolsága a maghenger tengelyére merőleges irányban $a = d \cdot \pi$ állandó érték legyen. A lineáris változást a maghenger tengelyének irányában kell biztosítani a két határgörbe között.

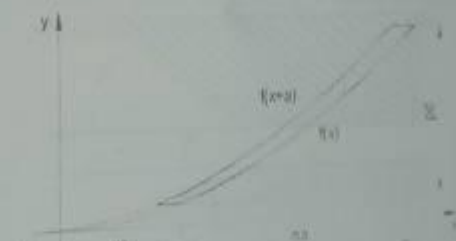
5.1. A feladat matematikai megfogalmazása
Helyezzük az előgyártmányt az $x-y$ derékszögű koordináta rendszerbe és legyen a maghenger tengelye y irányú. A szalag felső határgörbéje legyen az $f(x+a)$, alsó határgörbéje pedig az $f(x)$ függvény, ahol x a független változó, $a = d \cdot \pi$ pedig a már említett konstans, a maghenger kerülete. Az előgyártmány szélessége lineárisan változzon, tehát a két függvény különbsége egy lineáris függvény legyen, azaz

$$f(x+a) - f(x) = mx + b. \quad (2)$$

Kétszer differenciálva az egyenletet

$$f'(x+a) = f'(x) \quad (3)$$

egyenlethez jutunk, melynek megoldását kx^2 alakban kereshetjük. Az 1. ábra szerint a két függvényből a x tengely mentén a rugó menetszámától függő na szakaszt határolunk le, a lineáris függvény kezdeti értékét pedig a qa kezdőpont befolyásolja. A pd érték a napkerék szélességének felel meg. A könnyebb érthetőség miatt az y irányú méreteket erősen megnöveltük.



1. ábra A függvények megfelelő szakaszainak kijelölése

Az ábra szerinti feltételeknek eleget tevő

$$f(x) = kx^2 \quad (4)$$

függvény parabola, ahol

$$k = \frac{p}{(2q+n)n\pi^2 d} \quad (5)$$

Ha a legkisebb és legnagyobb szalagszélességet a hajtó igénybevétel változásának megfelelően

$$v_{\min} = (1 + \mu_t) \mu$$

és $v_{\text{max}} = (1 + Qn\mu) v$ (6)
alakban keressük, számíthatjuk

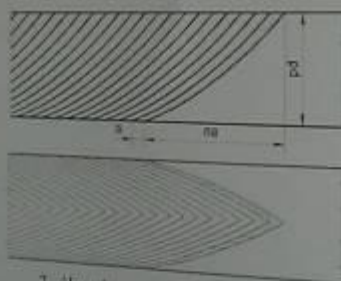
$$u = \frac{2pd}{n[2 + \mu(1 + Qn)]} \quad (7)$$

értékét, mellyel a függvény kezdőpontját meghatározó tényező,

$$q = \frac{2(n-1) - \mu[n(Q-2)+1]}{2\mu(Qn-1)} \quad (8)$$

is számítható. Látható, hogy a függvény kezdőpontja független a napkerék pd szélességétől.

5.2. Az eredmények felhasználása
Egybekezdésű, változó szélességű (egyen-szilárdságú) forgató csavarrugó előgyártmányát származtattuk az 1. ábrával és az (1)-(4) összefüggésekkel megfogalmazott feladat megoldásával. Sorozatgyártás esetén a 2. ábra lemeztérveit használhatjuk egy végén meghajtott, állandó emelkedésű rugóhoz illetve egy középen hajtott, változó emelkedési irányú rugóhoz.



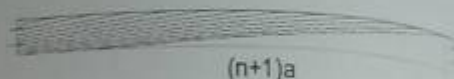
2. ábra Lemeztér állandó és változó emelkedési irányú csavarrugókhöz

Két bekezdésű rugó esetén az előgyártmányok szélességét felezzük az emelkedési szög növekedésének elkerülésére. A kedvezőbb nyomterhelés miatt a szélesebb rugóvégen a hegyes alakot módosítjuk. A 2. ábra lemeztérveit magukba foglalják a 2. táblázat változó emelkedési szögű (001, 011, 101, 111) változatait.

5.3. Egy példa

A valós arányok bemutatására tekintünk egy példát. Folytassuk azt, melyet más szempontok szerint az [1] és [2] dolgozatainkban már elkezdtünk.

Legyen a napkerék a kh típusú dörzbolygó hajtó eleme, mely egy lemezből tekemő változó emelkedésű egybekezdésű csavarrugó $Q=3$ bolygókerékkel érintkezik, $n=10$ menetszáma. A d átmérőjű napkerék szélességét $p=1$ választásával $3d$ értéken rögzítjük. Az egyen-szilárdságú alakhoz a $q=5$ értéket kapunk, így az $f(x)$ függvény értelmezési tartománya a $[5\pi d, 15\pi d]$ zárt intervallum. A lemeztér valós arányait a 3. ábra mutatja.



3. ábra Lemeztér valós arányokkal

6. ÖSSZEGZÉS

Jelen dolgozatunkban áttekintettük, mi módon lehet egyszerű matematikai függvényekkel leírni a változó keresztmetszetű csavarrugó előgyártmányának, a lemezből kivágással készített szalagnak a határoló görbét, illetve ezeket a függvényeket mely értelmezési tartomány mellett használjuk fel a jobb anyagkihasználás, azaz az egyenszilárdságú alak biztosítása érdekében. Egyelőre csak elméleti megoldást javasoltunk, nem foglalkoztunk a lemezvastagsággal, nem módosítottuk korábbi [1] és [2] dolgozatunkban már bemutatott modelljeinket a változó merevség hatásával, nem vettük figyelembe az előgyártmány vágási vonalának szélességét. Mindez akadályok áthidalhatóak, további munkáinkban kívánunk kitérni e részletkérdésekre.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

"A bemutatott kutatómunka a TAMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg."
"This research was carried out as part of the TAMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 project with support by the European Union, co-financed by the European Social Fund."

IRODALOM

- [1] Németh G., Péter J. & Döbröczöni Á. Csavarrugó alkalmazásas dörzbolygómuhen, OGET 2012 XX. Nemzetközi Gépészeti találkozó, EMK, Kolozsvár, 2012, p327-330, ISSN2068-1267.
- [2] Németh G., Péter J. & Döbröczöni Á. Helical Springs in Epicyclic Traction Drives, Design of Machines and Structures, Vol. 2, No. 2 (2012) (Megjelenés alatt).

Abstract. The important work are the following geometric data of the phenomenon disturb kinematic analyses, su load, production of test development of drives. This paper summarises. **Key words:** flexible, analyses, laboratory tes

1. BEVEZETÉS

Jöllehet a terhelés és bekövetkező rugókapcsolata Robert H. tanulmánya óta széles rugón kívül kevés olyan amely működése a test alapszik. A kivétel hullámhajtómű és a fogaskerék-hullámhajtómű a klasszikus

1. ábra. A hajlékony k

2.2. A hajlékony fogask
A generátor $Y_g X_g$ sík
sugarú középkört n
tetszőleges pontja A, er
A generátor hajlék
követően az A pont
sugárirányú elmozdulá
elmozdulás $v=v(\varphi)$, az
 $=\theta(\varphi)$. Az A pontba