

MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



ÍVELT FOGÚ KÚPKEREKEK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI

PhD Tézisfüzet

KÉSZÍTETTE

VÁRKULI MIKLÓS GÁBOR
GÉPÉSZMÉRNÖK (MSc)

SÁLYI ISTVÁN GÉPÉSZETI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA
GÉPEK ÉS SZERKEZETEK TERVEZÉSE TÉMATERÜLET
GÉPEK ÉS ELEMEIK TERVEZÉSE TÉMACSOPORT

DOKTORI ISKOLA VEZETŐJE

VADÁSZNÉ PROF. DR. BOGNÁR GABRIELLA
DSc, EGYETEMI TANÁR

TÉMACSOPORT VEZETŐ

VADÁSZNÉ PROF. DR. BOGNÁR GABRIELLA
DSc, EGYETEMI TANÁR

TUDOMÁNYOS VEZETŐ

VADÁSZNÉ PROF. DR. BOGNÁR GABRIELLA
DSc, EGYETEMI TANÁR

KONZULENS

DR. SZENTE JÓZSEF
PhD, CÍMZETES EGYETEMI TANÁR

Miskolc
2023.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban a fogaskerék tervezés nélkülözhetetlen eszköze a fogfelületek matematikai modellezése. Hatványozottan igaz ez a bonyolult geometriájú hajtópárookra, így az ívelt fogú kúpkerekre. Az iparban egyre nagyobb figyelem irányul a nemkívánatos rezgésekre és ezek kiküszöbölésének lehetőségeire. Ezen belül is két jelentős területet lehet megemlíteni, melyek a kutatások fókuszában állnak. E két terület a felület megmunkálási, illetve kapcsolódási hibák okozta zajterhelés továbbá az élettartam, illetve tönkremenetel vizsgálatának a területe. A tervezési és kivitelezési fázisban a pontosabb kapcsolódási viszonyok biztosításával csökkenthetők a káros rezgések a rendszerben, mely egyrészt biztosítja a berendezések csendesebb üzemét, másrészt a jobb érintkezési viszonyokból adódóan csökken az alkatrészek elhasználódása. A fogfelület modellek a tervezés számos részterületén hasznosíthatók: geometriai rendellenességek kimutatásában, a gyártási pontosság ellenőrzésében, működési szimulációkban, a kapcsolódási viszonyok vizsgálatában, terhelhetőségi vizsgálatokban stb.

Pár tipikus területet említsünk meg a teljesség igénye nélkül melyeknél nagy jelentősége van a pontos fogazattervezésnek.

Helikopterek és repülőgépek hajtóműveinek tervezésénél (kritikus terület a biztonság és élettartam szempontjából).

Szárazföldi járművek esetén (hajtáslánc-elemek zajcsökkentése, hatásfok növelése és élettartam növelése).

Vízi járművek esetén (katonai és luxus járműveknél elsősorban a csendes üzem és élettartam, míg civil alkalmazásoknál, mint pl. személyszállító és áruszállító hajók, az elsődleges szempont a nagy terhelhetőség és az élettartam).

2. CÉLKITŰZÉSEK

Az értekezés célja, hogy a fogfelületek matematikai modellezését eszközként felhasználva, az ívelt fogú kúpkerekek tervezésének alábbi részterületeihez jobbító javaslatot tegyen:

- alacsony zajszintű kúpkerekek tervezése elméletben kinematikai hibától mentes hajtópárral,
- felületpontok meghatározása 3D koordináta-mérőgépen történő mérés referencia értékeként,
- fogfelületek előállítása CAD szoftverbe importálható pontfelhőként, a végeelemes vizsgálathoz szükséges CAD modell alapjául,
- a fejszalag-vastagság pontos számítása a fogkihegyesedés vizsgálatához, közelítő módszer kiváltása,
- a kapcsolószám pontos számítása, a közelítő módszerek kiváltása.

A tézisfüzetben feltüntetett ábra és hivatkozás számozása megegyezik az értekezésben alkalmazottakkal.

3. A KUTATÁSI MUNKA ÉS EREDMÉNYEINEK RÖVID ISMERTETÉSE

1. TÉZIS

Az ívelt fogú kúpkerekek fejszalag-vastagságának számítása

Az egyik tipikus károsodási forma a fogfej letöredezése, melynek oka a fogkihegyesedés. Ez a jelenség megfelelő fejszalagvastagság kialakításával elkerülhető. A kutatás során kiindulásként az iparban elfogadott, a kúpkerekek fejszalag-vastagságának számítására útmutatást nyújtó AGMA 929-A06 ajánlást és az ANSI/AGMA 2005-D03 tervezési szabványt tekintetem kiindulási pontnak.

A módszer lényege, hogy a kúpkerekeket a Tredgold-féle közelítés néven ismert eljárással, ún. virtuális hengeres fogaskerekkel helyettesíti. A disszertáció 8. fejezetében bemutatott két számítási módszert alkalmaztam a számpéldában a nagykerékre.

Részletes számítások a 4. és az 5. mellékletben.

10.4. táblázat. Az AGMA módszerrel kapott eredmények

Megnevezés		Jel	Adat
Fejszalag-vastagság a normálsíkban, mm	a külső fogvégen	<i>Svane</i>	2,765
	a fog közepén	<i>Svanm</i>	2,96
	a belső fogvégen	<i>Svani</i>	2,503

10.5. táblázat. A felületmodellek alapján kapott eredmények

Megnevezés		Jel	Adat
Fejszalag-vastagság a normálsíkban, mm	a külső fogvégen	<i>Svane</i>	2,894
	a fog közepén	<i>Svanm</i>	3,002
	a belső fogvégen	<i>Svani</i>	2,599

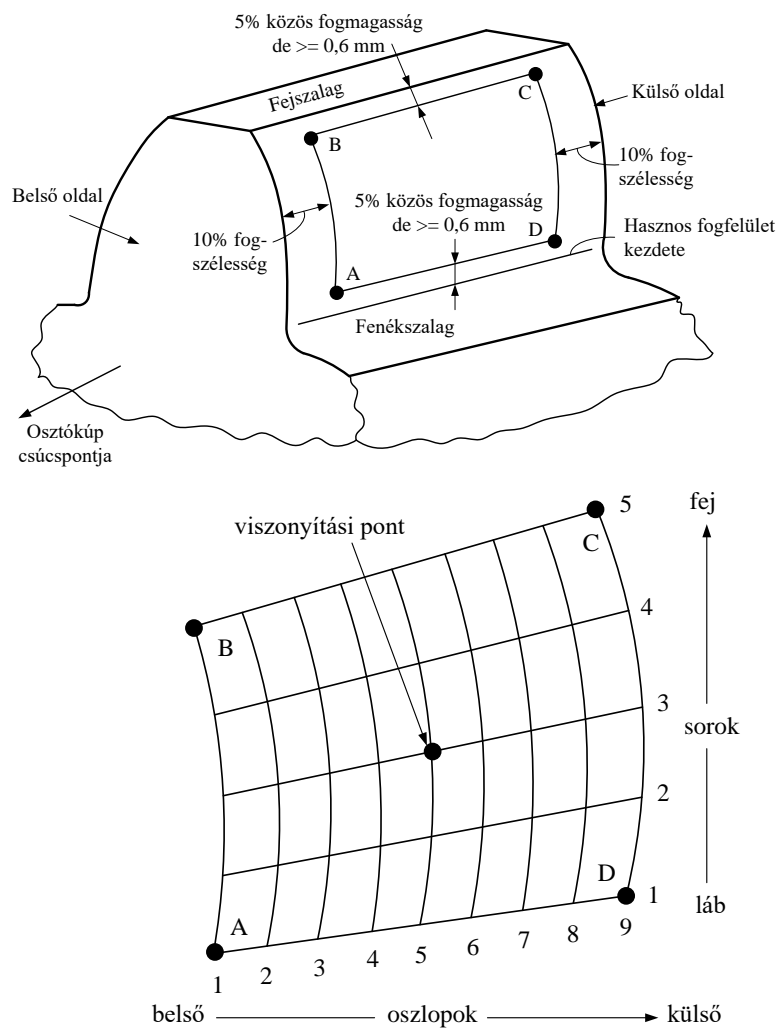
Konklúzió: a fenti eredmények jól mutatják, hogy az AGMA által javasolt közelítő módszer mindhárom vizsgálati helyen kisebb értéket ad, mint a fogfelület modellekre alapozott, pontos eljárás. A legkisebb eltérés a fog közepén adódik, 1,4%, a két fogvégen 4,4 és 3,7 %. Természetesen egyetlen fogaskeréken elvégzett vizsgálatból nem vonható le általános következtetés, az azonban ajánlható, hogy igényesebb számításokhoz használjuk a nagyobb pontosságot kínáló módszert.

2. TÉZIS

Felületpontok meghatározása végeeselemes vizsgálathoz és koordináta-mérőgépen történő méréshez

A VEM szimulációk alapját a fogaskerek CAD modellje képezi, melynek előállításához ismerni kell az elméletileg pontos fogfelületeket.

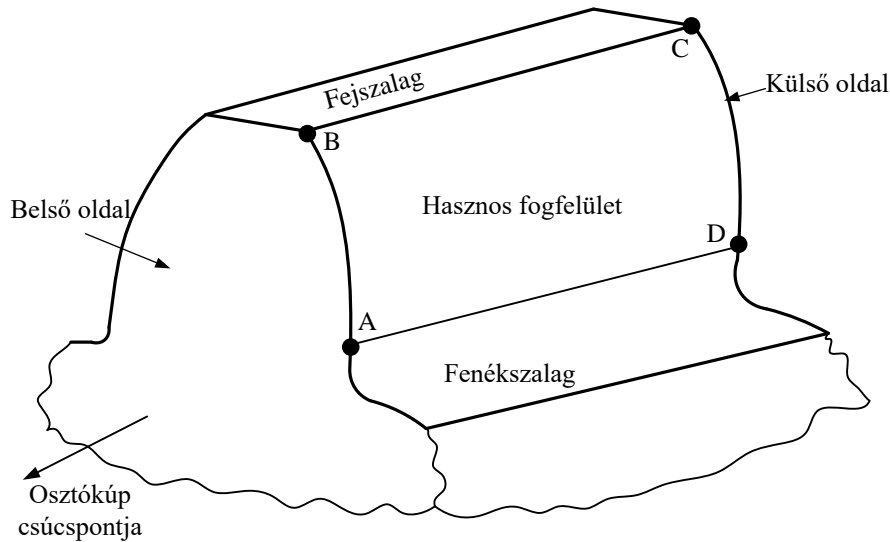
Az ANSI/AGMA 2009-B01 szabvány a 7.1. ábrán látható megoldást javasolja a kúpkerek CMM méréséhez használatos pontháló elhelyezésére. Ez a módszer szolgál az összehasonlítás alapjául.



7.1.-7.2. ábra. Pontháló elhelyezése [ANS01] és a hálópontok kiosztása

A további vizsgálatok során a ponthálót kiterjesztettem a hasznos fogfelületre, a következő 7.3-as ábrán látható módon.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE



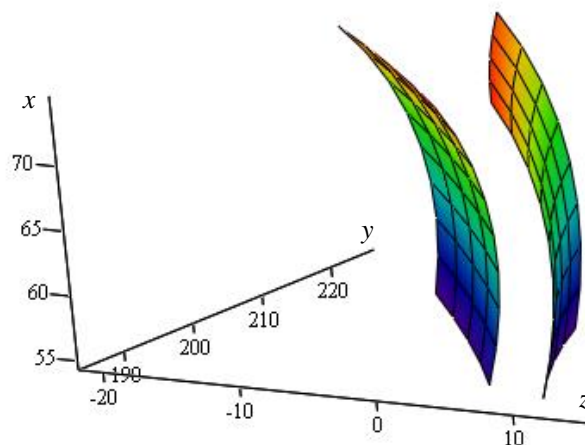
7.3. ábra. Pontháló elhelyezése a kiterjesztett felületen

A 4. fejezettől kezdődően ismerttetett matematikailag leírt felület modellekre építve a 7. fejezetben leírt módszert alkalmaztam a minta fogaskerékpár nagykerékére. Az így meghatározott pontháló már a teljes fogfelület további vizsgálatát teszi lehetővé. A részletes számításokat a 6. melléklet tartalmazza, a számított hálópontokat a 10.6 és a 10.7. táblázat foglalja össze.

3. TÉZIS

CAD modell létrehozása VEM vizsgálathoz a fogfelület pontok ismeretében

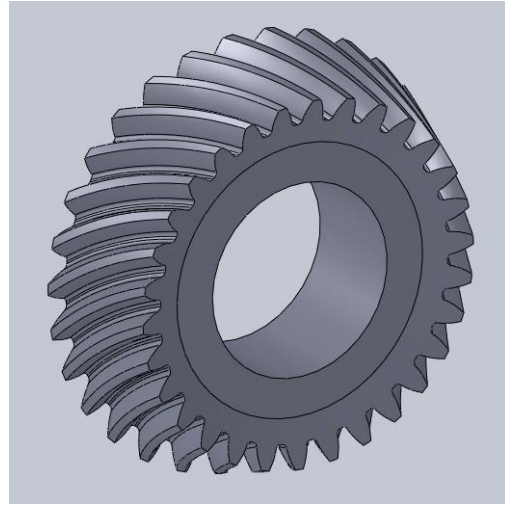
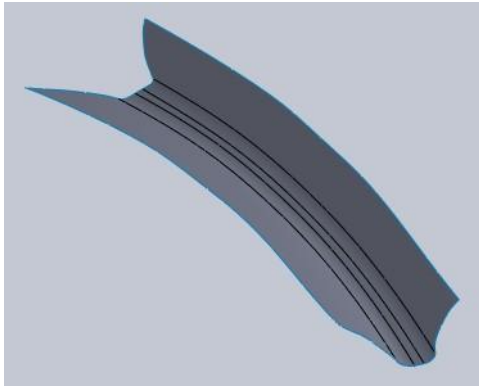
Felhasználva az eddigi számításokat a fogfelület modellek segítségével, a 2. tézisben ismertetett hálópont koordináták segítségével előállíthatók a fogfelületen lévő pontok koordinátái, valamint az adott pontokban a normálisok koordinátái. A részletes számítások és adatok a 7. és a 8. mellékletben megtalálhatók. Az eredményeket a 10.8-10.17. táblázatokban foglalják össze. A 10.7-10.11. táblázatok adatait felhasználva elkészítettem a két fogoldal valós helyzetben ábrázoló felületmodelljét (10.1. ábra).



10.1. ábra. A két fogoldal felületmodellje

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

Az adatokat CAD szoftverrel feldolgozva, végeselemes vizsgálathoz előállítottam a fogárok felületmodelljét (10.2. ábra), majd annak felhasználásával a fogaskerék testmodelljét (10.3 ábra).



10.2.-10.3. ábra. Fogárok felületmodell és kúpkerek testmodell

4. TÉZIS

Számítógépes eljárás a kapcsolódás elemzésére

Az ívelt fogú kúpkerekpárok vizsgálatára a fogérintkezést elemző számítógépes programot készítettem, melynek célja a kapcsolóvonal meghatározása a fogfelületen.

A program lehetőséget ad a kapcsolószám meghatározására is.

A program bemenő adatai:

- mindkét fogaskerék vonatkozásában a szerszám- és gépbeállítási adatok,
- fogfelületek matematikai modelljei a korábban ismertett módszerrel
- az érintkezési pontok meghatározásához a kiskerék ϕ_l elfordulási szögét bemenő paraméterként kezeljük és egy fogpár kapcsolódási tartományában változtatjuk

A kapcsolóvonal ábrázolásához célszerű hengerkoordinátákra áttérni, mivel a sugárirányú R és a tengelyirányú L koordinátákkal síkban szemléletesebb megoldást kapunk, mint a derékszögű koordináták használatával.

$$R_i(\varphi) = \sqrt{x_i^2(\varphi) + y_i^2(\varphi)}, \quad L_i(\varphi) = z_i(\varphi), \quad i = 1,2 \text{ és } \varphi = \phi \quad (9.17)$$

A szoftver által biztosított adatokat használtam fel a disszertációmban és mellékleteiben megtalálható számítások elvégzéséhez.

5. TÉZIS

Valós kapcsolószám meghatározása

A műszaki gyakorlatban és szakirodalomban legelterjedtebb számítási módok:

- átfedés számítása a képzelt síkkerék osztósíkján
- átfedés számítása a virtuális hengeres kerék alapján
- átfedés számítása AGMA szerint

Általam javasolt új megoldás:

- a lokalizált hordképet is figyelembe vevő saját eljárás

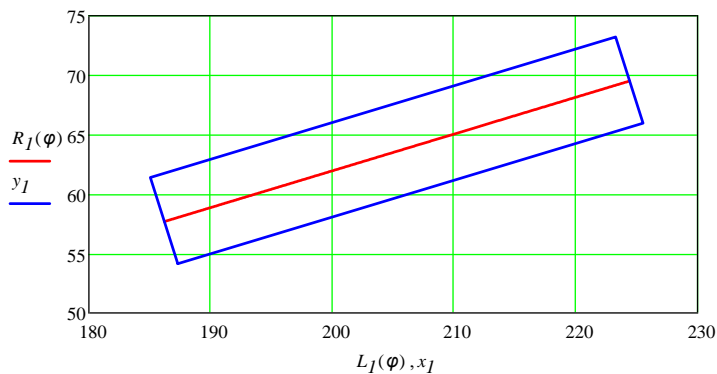
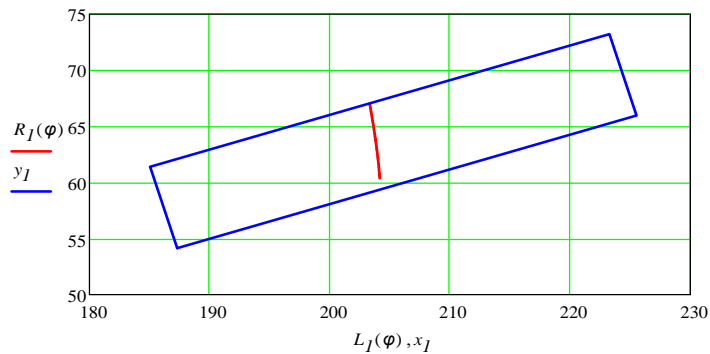
A minta fogaskerékpár adataival meghatároztam a kapcsolószámot a szakirodalomban elfogadott hagyományos módszerek szerint (9. melléklet), valamint a kapcsolóvonalra alapozott megoldással. Utóbbit az 5. fejezetben bemutatott két gyártási modellre alkalmaztam (részletes számítások az 1. gyártási modell szerint a 10. mellékletben, a 2. modellre vonatkozóan a 11. mellékletben).

A számítások eredményeit a 10.18. táblázat foglalja össze.

10.18. táblázat. Kapcsolószámok

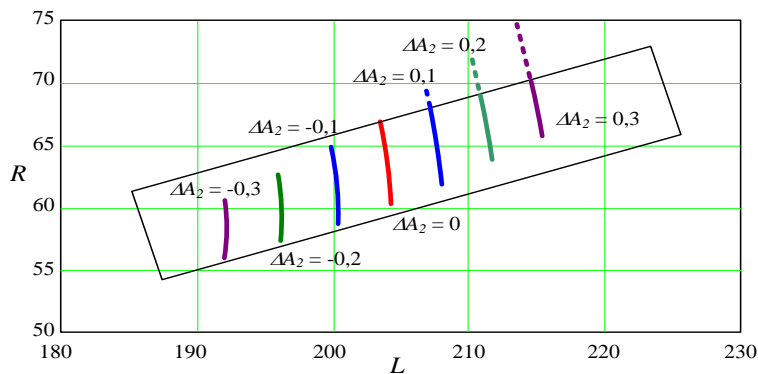
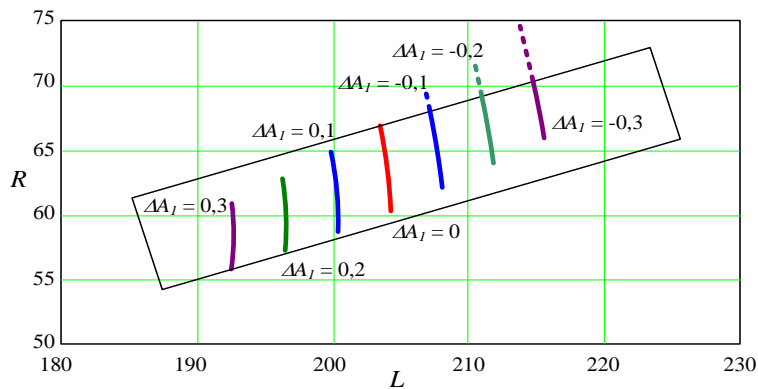
Számítási módszer	Profilkapcsolószám	Átfedés	Teljes kapcsolószám
Hagyományos	1,362	1,684	2,166
		1,677	2,160
		1,685	2,166
Kapcsolóvonalból 1. modellre	1,326	-	1,326
Kapcsolóvonalból 2. modellre	-	1,682	1,682

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE



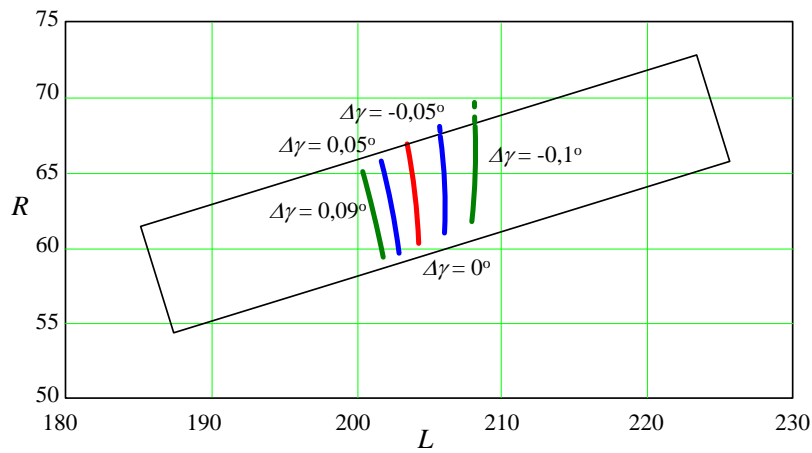
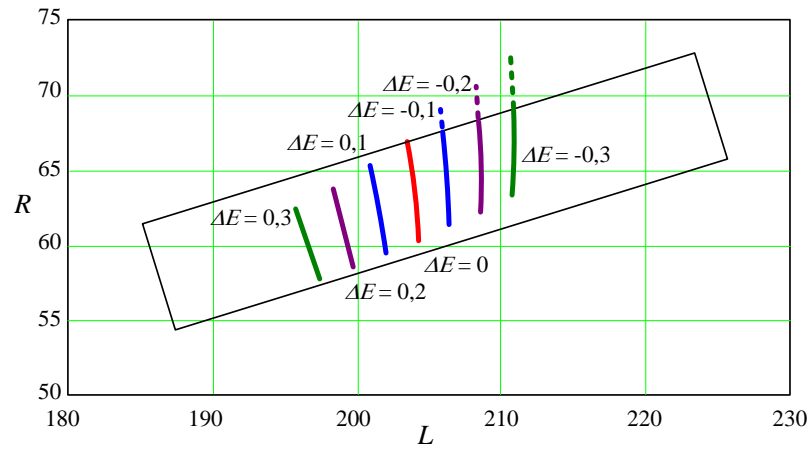
10.4.-10.5. ábra. Kapcsolóvonal a kiskeréken 1. és 2. gyártási modell esetén

Kapcsolóvonal változása szerelési hibák hatására



10.8.-10.9. ábra. A kapcsolóvonal változása a kiskerék és a nagykerék tengelyirányú szerelési hibája esetén

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE



10.10.-10.11. ábra. A kapcsolóvonal változása a tengelytáv és a tengelyszög hibája esetén

4. ÖSSZEGZÉS

A fenti eljárások és eredmények bemutatása után jól látszik, hogy a pontos geometriai modelleken alapuló számításokkal pontosabb kapcsolódási értékeket, 3D-s és szimulációs modelleket tudunk létrehozni.

Ezen eljárások alkalmazásával behatóbban tudjuk vizsgálni az ívelt fogazatú kúpkérékpárok működési viszonyait ezáltal, lehetőségünk adódik azok üzemi paramétereinek fejlesztésére.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK – TÉZISEK

- T1. A fogfelületek matematikai modellezésére alapozva új módszert dolgoztam ki az ívelt fogú kúpkerekek fejszalag-vastagságának számítására. A korábban ismert eljárás a helyettesítő hengeres kerékpárra épült és ennek megfelelően közelítő pontosságú volt. Az új módszer a fogfelületek pontos leírásával a fejszalag-vastagság számítására is pontos megoldást ad, lehetővé téve a fogkihegyesedés észlelését és kiküszöbölését a tervezési fázisban.
- T2. A fogfelületek matematikai modellezését felhasználva elkészítettem a fogfelületek koordináta-mérőgépen történő ellenőrzéséhez szükséges ponthálót, melyet az elméleti fogfelületre illesztve meghatároztam az adott pontok koordinátáit, melyek referencia értéként szolgálnak. Az elméleti fogfelület adatait egybevetve a kész fogaskerék mért értékeivel, elvégezhető a pontossági kiértékelés.
- T3. A 2. tézisben bemutatott eljárás eredményeként mindkét fogoldalra rendelkezésre állnak a fogfelületi pontok koordinátái, melyek felhasználásával egy alkalmasan választott CAD rendszerben felületmodellezéssel előállítható a fogaskerék végeselemes vizsgálatra alkalmas CAD modellje.
- T4. A fogkapcsolódás elemzésére számítógépes eljárást dolgoztam ki, mely alkalmas a kapcsolódási pontok helyének meghatározására, azok összességüként a kapcsolóvonal előállítására, továbbá a beállítási hibák kapcsolódásra gyakorolt hatásának vizsgálatát.
- T5. A 4. tézisben bemutatott számítógépes eljárással új módszert dolgoztam ki az ívelt fogú kúpkerekek kapcsolószámának meghatározására. A valós működés modellezése révén a kapcsolószám pontosan meghatározható. A szakirodalomban fellelhető eddigi számítási módszerek a helyettesítő hengeres kerékpárra épülnek, és nem alkalmasak a lokalizált hordkép figyelembevételére.

6. A KUTATÁSI TERÜLETHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK LISTÁJA

- (1) Várkuli Miklós Gábor; Bognár Gabriella; Szenté József
New Top Land Computing Method for Spiral Bevel Gears
PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 67 : 3 pp. 1-7. , 7 p. (2023)
- (2) Várkuli Miklós Gábor; Bognár Gabriella; Szenté József
Determinaton of tooth surface points on bevel gears for checking on a coordinate measuring machine
DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 13 : 1 pp. 131-139. , 9 p. (2023)
- (3) Várkuli Miklós Gábor; Bognár Gabriella; Szenté József
Contact ratio of spiral bevel gears
LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING Vehicle and Automotive Engineering 4 pp. 103-110., 8 p. (2022) (Q3)
- (4) Várkuli Miklós Gábor; Bognár Gabriella; Szenté József
Kúpkerek fogfelületek matematikai modellezése végelelemes vizsgálatához
Mathematical model of spiral bevel gears for finite element analysis
GÉP 2022/3-4 pp. 98-103., 6 p. (2022)
- (5) Várkuli Miklós Gábor; Bognár Gabriella
History of Gleason Works spiral bevel gear technology
DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 12: 2 pp. 146-152., 7 p. (2022)
- (6) Várkuli Miklós Gábor
Development of a gear drive designer software
DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 9: 2 pp. 56-60., 5 p. (2019)
- (7) Várkuli Miklós Gábor
Improved accuracy gear tooth CAD modelling
DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 9: 2 pp. 51-56., 6 p. (2019)
- (8) Várkuli Miklós Gábor
Fogazattervező program funkcióinak bemutatása és további fejlesztési lehetőségei
MULTIDISZCIPLINÁRIS TUDOMÁNYOK: A MISKOLCI EGYETEM KÖZLEMÉNYE 10: 1 pp. 94-98., 5 p. (2020)
- (9) Várkuli Miklós Gábor
Evolvens fogprofil pontosságának javítása 3D CAD modellen
MULTIDISZCIPLINÁRIS TUDOMÁNYOK: A MISKOLCI EGYETEM KÖZLEMÉNYE 9: 2 pp. 96-100., 5 p. (2019)

7. LITERATURE CITED IN THE THESES BOOKLET

- [1] [AGM06] AGMA 929-A06: Calculation of Bevel Gear Top Land and Guidance on Cutter Edge Radius. AGMA Information Sheet. 2006. 43 p.
- [2] [ANS01] ANSI/AGMA 2009-B01: Bevel Gear Classification, Tolerances, and Measuring Methods. American Gear Manufacturers Association, 2009. 76 p.
- [3] [ANS03] ANSI/AGMA 2005-D03: Design Manual for Bevel Gears. American Gear Manufacturers Association, 2006. 102 p.
- [4] [APR79] Apró Ferenc: 3K típusú fogaskerék-bolygóművek tervezése. Kandidátusi értekezés, Miskolc, 1979.
- [5] [ART10] Artoni, A.; Kolivand, M.; Kahraman, A.: An ease-off based optimization of the loaded transmission error of hypoid gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 132, 2010, 011010.
- [6] [ART13] Artoni, A.; Gabbicini, M.; Kolivand, M.: Ease-off based compensation of tooth surface deviations for spiral bevel and hypoid gears: Only the pinion needs corrections. Mechanism and Machine Theory, Vol. 61, 2013, pp. 84–101.
- [7] [BAL07] Óváriné Balajti Zsuzsanna: Kinematikai hajtópárok gyártásgeometriájának fejlesztése. PhD értekezés, Miskolc, 2007.
- [8] [BÁN07] Bányai Károly: Új típusú spiroid hajtások gyártásgeometriája, elemzése. PhD értekezés, 2007.
- [9] [BAX60] Spear, G.M.; King, C.B.; Baxter, M.L.: Helixform bevel and hypoid gears. Transactions of the ASME Journal of Engineering Power, 1960. pp. 179-190.
- [10] [BAX61a] Baxter, M.L.: Basic geometry and tooth contact of hypoid gears. The Journal of the Industrial Mathematics, Vol 11, 1961. pp. 19-43.
- [11] [BAX61b] Baxter, M. L.: Effect of misalignment on tooth action of bevel and hypoid gears. ASME Paper 61-MD-20; 1961. 8 p.
- [12] [BAX66a] Baxter, M. L.: Exact determination of tooth surfaces for spiral bevel and hypoid gears. AGMA 139.02. 1966. 9 p.
- [13] [BAX66b] Spear, G.M.; Baxter, M.L.: Adjustment characteristics of spiral bevel and hypoid gears. ASME Paper 66-MECH-17, 1966. 8 p.
- [14] [BAX73] Baxter, M.L.: Second-order surface generation. The Journal of the Industrial Mathematics, Vol. 23, Part 2; 1973. pp. 85-106.
- [15] [BAX86] Chao, H.C.; Baxter, M.; Cheng, H.S.: A computer solution for the dynamic load, lubricant film thickness, and surface temperatures in spiral-bevel gears. Gear Technology, March/April 1986. pp. 9-15, 26-30.
- [16] [BER77] Bercsey Tibor: Toroidhajtások elmélete. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1977.
- [17] [BIB97] Bibel, G. D.; Handschuh, R. F.: Meshing of a Spiral Bevel Gear Set With 3-D Finite Element Analysis. Gear Technology, March/April 1997. pp. 44-47.
- [18] [BIH17] Bihari János: Kisméretű műanyag fogaskerekek tervezési és fejlesztési kérdései. PhD értekezés, Miskolc, 2017.
- [19] [BOD14] Bodzás Sándor: Kúpos csiga-, tányérkerék-, és szerszám kapcsolódásának elemzése. PhD értekezés, Miskolc, 2014.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [20] [BOT53] Botka Imre: Egységes magyar homlokkerék fogazási rendszer. Mérnöki Továbbképző Intézet. Budapest. 1953. (hármass kiegyenlítés, az általános evolvens fogazás interferenciája)
- [21] [BOT56] Szabadalmi leírás 143.169 szám. Ganz Vagon és Gépgyár, Botka Imre: Eljárás homlokfogaskerekek gyártására. Bejelentve: 1954. 06. 05. Megjelent: 1956. 08.01.
- [22] [BOT64] Botka Imre: Fogaskerék-méretezés kiegyenlített kontakt-hőmérsékletre. GÉP XVI. évf, 1964, 11. sz., pp. 425-430.
- [23] [CHA87] Chambers, R. O.; Brown, R. E.: Coordinate Measurement of Bevel Gear Teeth. SAE Technical Paper 871645. 12 p.
- [24] [CHA97] Chang, S-L.; Tsay, C-B; Nagata, S.: A General Mathematical Model for Gears Cut by CNC Hobbing Machines. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 119, 1997. pp. 108-113.
- [25] [COL52] Coleman, W.: Improved Method for Estimating the Fatigue Life of Bevel Gears and Hypoid Gears. SAE Quaterly Transactions, Vol. 2, No. 6, April 1952. pp. 314-330.
- [26] [COL67] Coleman, W.: A Scoring Formula for Bevel and Hypoid Gear Teeth. Transactions of the ASME, Journal of Lubrication Technology, 1967. pp. 114-123.
- [27] [COL68] Coleman, W.: Bevel and Hypoid Gear Surface Durability: Pitting and Scuffing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 182, 1967-68. pp. 191-204.
- [28] [COL69a] Coleman, W.: A Scoring Formula for Bevel and Hypoid Gear Teeth. Gleason Works SD 4079, July 1969. 13 p.
- [29] [COL69b] Coleman, W.: A New Perspective on the Strength of Bevel Gear Teeth. Gleason Works SD 4091A, October 1969. 17 p.
- [30] [COL75a] Coleman, W.: Analysis of mounting deflections of bevel and hypoid gears. SAE Technical Paper 750152, 1975. 20 p.
- [31] [COL75b] Coleman, W.: Effect of mounting displacements of bevel and hypoid gear tooth strength. SAE Technical Paper 750151, 1975. 12 p.
- [32] [CZÉ10] Czégé Levente: Fokozat nélküli kapcsolt bolygóműves sebességváltók tervezési kérdései. PhD értekezés, Miskolc, 2010.
- [33] [DAS17] Das, A.: Finite Element Stress Analysis of Spiral Bevel Gear. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 9, No. 2, Apr/May 2017. pp. 616-627.
- [34] [DEB21] Debreczeni Dániel: Evolvens, külső fogazatú, hengeres fogaskerékpárok fogtöteherbírásának és egyfogpármerevségének geometria függése. PhD értekezés, Miskolc, 2021.
- [35] [DEV05] Devecz, J.; Eleőd, A.; Török, I.; Márialigeti, J.; Glodez, S.; Ulbin, M.: Fogfelületek igénybevételének néhány speciális modellezési kérdése. GÉP, LVI. évf., 2005., 9.-10. szám, pp. 31-34.
- [36] [DIN88] DIN 3991: Tragfähigkeitsberechnung von Kegelrädern ohne Achsversetzung. 1988.
- [37] [DÖB86] Döbröczöni Ádám: Naguzsennoszt' elementov zubcsatogo zaceplenyija planetarnüh peredacs (Load of elements of planetary gear drives). Az Odesszai Műszaki Egyetemen megvédett kandidátusi értekezés. Odessza, 1986.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [38] [DÖB91] Döbröczöni Ádám: Load Distribution in Planetary Gear Drives. Proceedings of the International Conference on Motion and Power Transmissions. Hiroshima, 1991, pp: 739-744.
- [39] [DRA87] Drahos István: A kinematikai gyártásgeometria alapjai. Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 1987.
- [40] [DRO01] Drobni József: Korszerű csigahajtások. Tenzor Kft, Miskolc, 2001.
- [41] [DRO67] Drobni József: Köszörülhető globoid csigahajtások. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1967.
- [42] [DUD00] Dudás Illés: The Theory and Practice of Worm Gear Drives. Penton Press, London, UK, 2000.
- [43] [DUD04] Dudás Illés: The Theory and Practice of Worm Gear Drives. Kogan Page US., Sterling, USA, 2004.
- [44] [DUD07] Dudás Illés: Csigahajtások elmélete és gyártása. Műszaki Kiadó, Budapest, 2007.
- [45] [DUD80] Dudás Illés: Ívelt profilú csigahajtások szerszámozásának és gyártásának fejlesztése. Kandidátusi értekezés, Miskolc, 1980.
- [46] [DUD88] Dudás Illés: Csavarfelületek gyártásának elmélete. Akadémiai doktori értekezés, Miskolc, 1988.
- [47] [DUD91] Dudás László: Kapcsolódó felülepárok gyártásgeometriai feladatainak megoldása az elérés modell alapján. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1991.
- [48] [ELE79] Eleőd András: Fogaskerékhajtóművek kenéstechnikai ellenőrzése az elasztohidrodinamikusan kenési állapot kialakulásának szempontjából. BME Gépelemek Tanszék közleményei, 6. 1979.
- [49] [ELE80] Eleőd András: Áthajtóművek teljesítményének növelése az olajtérben elhelyezett hűtőcső rendszerrel. BME Gépelemek Tanszék közleményei, 21. 1980.
- [50] [ELE83] Eleőd András: Fogazatok súrlódása és kenése. 9. fejezet In: Erney György (szerk.) Fogaskerekek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983 pp. 251-283.
- [51] [ERN59] Erney György: Fogaskerekek mérése és gyártásellenőrzése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1959.
- [52] [ERN83] Erney György: Fogaskerekek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [53] [FAN06] Fan, Q.: Computerized Modeling and Simulation of Spiral Bevel and Hypoid Gears Manufactured by Gleason Face Hobbing Process. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 128, 2006. pp. 1315-1327.
- [54] [FAN07a] Fan, Q.: Enhanced Algorithms of Contact Simulation for Hypoid Gear Drives Produced by Face-Milling and Face-Hobbing Processes. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 129, 2007. pp. 31-37.
- [55] [FAN07b] Fan, Q.; Wilcox, L.: New Developments in Tooth Contact Analysis (TCA) and Loaded TCA for Spiral Bevel and Hypoid Gear Drives. Gear Technology, May 2007. pp. 26-35.
- [56] [FAN08] Fan, Q.; DaFoe, R. S.; Swanger, J. W.: Higher-Order Tooth Flank Form Error Correction for Face-Milled Spiral Bevel and Hypoid Gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 130, 2008. 072601.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [57] [FAN10] Fan, Q.: Tooth Surface Error Correction for Face-Hobbed Hypoid Gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 132, 2010. 011004.
- [58] [FAN11] Fan, Q.: Optimization of Face Cone Element for Spiral Bevel and Hypoid Gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 133, 2011. 091002.
- [59] [FAN16] Fan, Q.: Ease-Off and Application in Tooth Contact Analysis for Face-Milled and Face-Hobbed Spiral Bevel and Hypoid Gears. In: Theory and Practice of Gearing and Transmissions; Springer, Cham, Germany, 2016; pp. 321–339.
- [60] [FON91] Fong, Z. H.; Tsay, C-B.: A Mathematical Model for the Tooth Geometry of Circular-Cut Spiral Bevel Gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 113, 1991. pp. 174-181.
- [61] [FON00] Fong, Z-H.: Mathematical Model of Universal Hypoid Generator With Supplemental Kinematic Flank Correction Motions. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 122, 2000. pp. 136-142.
- [62] [GLE81] Understanding Tooth Contact Analysis. The Gleason Works, 1981. 10 p.
- [63] [GOL16] Goldfarb, V.; Barmina, N. (Editors): Theory and Practice of Gearing and Transmissions. In Honor of Professor Faydor L. Litvin. Springer, Mechanisms and Machine Science, Volume 34, 2016.
- [64] [GRO10] Groma István: Térbeli fogazott hajtópárok gyártásgeometriai viszonyainak matematikai modellezése és szimulációja. PhD. értekezés, Budapest, 2010.
- [65] [HAN91] Handschuh, R. F.; Litvin, F. L.: How to Determine Spiral Bevel Gear Tooth Geometry for Finite Element Analysis. NASA Technical Memorandum 105150. 8 p.
- [66] [HÁZ78] Házkötő István: Hullámhajtómű fogazatok határproblémái. Műszaki doktori értekezés, BME, Budapest, 1978.
- [67] [HÁZ86] Házkötő István: Rövid hullámkerékű hullámhajtóművek fejlesztése Magyarországon. Kandidátusi értekezés, Nemzeti Kutatási Technológiai Egyetem „MISIS”, Moszkva, 1986.
- [68] [HEG88] Hegyháti József: Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben. Dissertation, TU Dresden, 1988.
- [69] [HOR03] Horák Péter: Körívprofilú csigahajtópárok tribológiai vizsgálata. PhD értekezés, Budapest, 2003.
- [70] [HOT90] Hotchkiss, R. G.: The Application of the Face Milling and Face Hobbing Processes on the Gleason Phoenix Universal Generators. The Gleason Works, 1990. 10 p.
- [71] [ISO01] ISO 10300-1: Calculation of load capacity of bevel gears. Part 1: Introduction and general influence factors. International Standard. 2001. 55 p.
- [72] [ISO06] ISO 23509: Bevel and hypoid gear geometry. 2006. 147 p.
- [73] [KAM85] Kamondi László: Ferdefogú hengeres fogaskerékpár kapcsolódásából származó rezgés-gerjesztésének és a kapcsolómező nagyságának összefüggése. Egyetemi doktori értekezés, Miskolc, 1985.
- [74] [KAM97] Kamondi László: Hengeres ferde fogú fogaskerékpárkapcsolódásból származó rezgésgerjesztésének csökkentési lehetőségei. PhD értekezés, Miskolc, 1997.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [75] [KLI16] Klingelberg, J. (Ed.): Bevel Gear. Fundamentals and Application. Springer, 2016.
- [76] [KOL10] Kolivand, M.; Kahraman, A.: An ease-off based method for loaded tooth contact analysis of hypoid gears having local and global surface deviations. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 132, 2010, 071004.
- [77] [KOL75] Kolonits Ferenc: Hőfokvillám-kiegyenlítés egyenesfogú evolvens kereken. Műszaki Tudomány, 49, 1975, pp: 353-370.
- [78] [KOL76] Kolonits Ferenc: Fogaskerék-villámhőmérséklet II. A változó kapcsolódási viszonyok hatása. Műszaki Tudomány, 52, 1976, pp. 183-198.
- [79] [KRE76] Krenzer, T. J.: The effect of cutter radius on spiral bevel and hypoid tooth contact behavior. AGMA Paper No. 129.21; 1976.
- [80] [KRE81] Krenzer, T. J.: Tooth Contact Analysis of Spiral Bevel and Hypoid Gears Under Load. SAE Paper 810688, 1981. 12 p.
- [81] [KRE84] Krenzer, T. J.: Computer aided corrective machine settings for manufacturing bevel and hypoid gear sets. AGMA Technical Paper 84FTM4, 1984.
- [82] [KRE90] Krenzer, T. J.; Yunker, K. D.: Understanding the Phoenix Universal Bevel and Hypoid Generator. The Gleason Works, 1990. 8 p.
- [83] [KRE93] Krenzer, T.: CNC Bevel Gear Generators and Flared Cup Gear Grinding. Gear Technology, July/Aug 1993. pp. 18-24.
- [84] [KRE07] Krenzer, T. J.: Bevel Gear Model. AGMA Technical Paper 07FTM18; 2007. 10 p.
- [85] [KRE12] Krenzer, T. J.: The bevel gear. 2nd edition. Ted Krenzer, 2012.
- [86] [KRI10] Krisch Róbert: Síkkerekes hullámhajtóművek fejlesztése és paraméteroptimalása. PhD értekezés, Budapest, 2010.
- [87] [LEL01] Lelkes Márk, Márialigeti János, Daniel Play: Cutting parameters definition for Klingelberg spiral bevel gears optimization. Proceedings of the JSME International Conference on Motion and Power Transmissions MPT2001, Tokyo, Japan, 2001, pp. 375-381.
- [88] [LEL02] Lelkes Márk, Márialigeti János, Daniel Play: Numerical determination of cutting parameters for the control of Klingelberg spiral bevel gear geometry. Journal of Mechanical Design 124 4 (2002), pp. 761-772.
- [89] [LEL04] Lelkes Márk, Márialigeti János, Daniel Play: Influences des déplacements axiaux sur les caractéristiques du contact des engrenages spiro-coniques Klingelberg. Mecanique&Industries 5 3, (2004) pp. 289-304.
- [90] [LÉV65] Lévai Zoltán: Bolygóművek és bolygóműves sebességváltóművek analitikai vizsgálata. Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 1965.
- [91] [LÉV66] Lévai Imre: Kitérő tengelyek közt változó mozgásátvitelt megvalósító – egyeneslű szerszámmal lefejthető – fogazott kerekek. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1966.
- [92] [LÉV80] Lévai, I.: Fogazatok kapcsolódásának kinematikai elmélete és alkalmazása a hipoidhajtások tervezésére. Akadémiai doktori értekezés. Miskolc. 1980.
- [93] [LÉV83] Lévai, I.: Hipoidhajtások. In: Fogaskerekek (szerk: Erney György). Műszaki Könyvkiadó. 1983. pp. 201-219
- [94] [LÉV94] Lévai, I.: Hipoidhajtások tervezésének alapjai, Miskolci Egyetemi Kiadó. 1994. 150 p.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREKEK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [95] [LIN97] Lin, C-Y.; Tsay, C-B.; Fong, Z. H.: Mathematical Model of Spiral Bevel and Hypoid Gears Manufactured by the Modified Roll Method. Mechanism and Machine Theory, Vol. 32, No. 2, 1997. pp. 121-136.
- [96] [LIT72] Litvin, F. L.: A fogaskerékkapcsolás elmélete. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1972. 605 p.
- [97] [LIT81] Litvin, F. L.; Coy, J. J.; Rahman, P.: Two Mathematical Models of Spiral Bevel Gears Applied to Lubrication and Fatigue Life. Proceedings of International Symposium of Gearing and Power Transmissions. Tokyo, 1981. pp. 291-296.
- [98] [LIT82] Litvin, F. L.; Rahman, P.; Goldrich, R. N.: Mathematical Models for the Synthesis and Optimization of Spiral Bevel Gear Tooth Surfaces. NASA Contractor Report 3553, 1982. 121 p.
- [99] [LIT85] Litvin, F. L. et al.: Generated Spiral Bevel Gears: Optimal Machine-Tool Settings and Tooth Contact Analysis. NASA Technical Memorandum 87075, 1985. 13 p.
- [100] [LIT87] Litvin, F. L.; Tsung, W-J.; Lee, H-T.: Generation of Spiral Bevel Gears With Conjugate Tooth Surfaces and Tooth Contact Analysis. NASA Contractor Report 4088, 1987. 125 p.
- [101] [LIT88] Litvin, F. L.; Zhang, Y.; Lundy, M.; Heine, C.: Determination of settings of a tilted head cutter for generation of hypoid and spiral bevel gears. Transactions of the ASME Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, Vol 110, 1988. pp. 495-500.
- [102] [LIT89a] Litvin, F. L.: Theory of Gearing, NASA Reference Publication 1212 (AVSCOM 88-C-C035), Washington, D. C., 1989. 470 p.
- [103] [LIT89b] Litvin, F. L.; Lee, H-T.: Generation and Tooth Contact Analysis of Spiral Bevel Gears With Predesigned Parabolic Functions of Transmission Errors. NASA Contractor Report 4259, 1989. 215 p.
- [104] [LIT91a] Litvin, F. L.; Zhang, Y.; Handschuh, R. F.: Local Synthesis and Tooth Contact Analysis of Face-Milled Spiral Bevel Gears. NASA Technical Memorandum 105182, 1991. 5 p.
- [105] [LIT91b] Litvin, F. L.; Zhang, Y.: Local Synthesis and Tooth Contact Analysis of Face-Milled Spiral Bevel Gears. NASA Contractor Report 4342, 1991. 184 p.
- [106] [LIT91c] Litvin, F. L.; Zhang, Y.; Chen, J-S.: User's Manual for Tooth Contact Analysis of Face-Milled Spiral Bevel Gears With Given Machine-Tool Settings. NASA Contractor Report 189093, 76 p.
- [107] [LIT91d] Litvin, F. L.; Kuan, C.: Determination of Real Machine-Tool Settings and Minimization of Real Surface Deviation by Computerized Inspection. NASA Contractor Report 4383, 1991. 120 p.
- [108] [LIT93] Litvin, F. L. et al.: Minimization of Deviations of Gear Real Tooth Surfaces Determined by Coordinate Measurements. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 115, 1993. pp. 995-1001.
- [109] [LIT94a] Litvin, F. L.: Gear Geometry and Applied Theory, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1994. 724 p.
- [110] [LIT94b] Litvin, F. L.; Chen, N. X.: Generation of Gear Tooth Surfaces by Application of CNC Machines. NASA Contractor Report 187175, 1994. 84 p.
- [111] [LIT97] Litvin, F. L.: Development of Gear Technology and Theory of Gearing. NASA RP-14, ARL TR-1500, 1997. 113 p.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [112] [LIT04] Litvin, F. L.; Fuentes A.: Gear Geometry and Applied Theory (2nd edition), Cambridge University Press, New York, 2004. 800 p.
- [113] [LIU11a] Liu, H.: The Computer Simulation of the „SFT” and „HFT” Method on the CNC Hypoid Cutting Machine. Proceedings of International Conference, CESM 2011, Wuhan, China, 2011. Part 2. pp. 225-230.
- [114] [LIU11b] Liu, H.: The realization of the “SFM” and “HFM” method on the CNC hypoid cutting machine. Procedia Engineering, Vol. 15, 2011. pp. 729–733.
- [115] [MAG60] Magyar József: Csavarfelületelemek kapcsolódása. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1960.
- [116] [MAR70] Maros Dezső, Killmann Viktor, Rohonyi Vilmos: Csigahajtások. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.
- [117] [PAT12] Patai Patrik: MATLAB Gleason kúpfogaskerekek. ppt. előadás, Győr, 2012.
- [118] [PAY01] Pay Gábor: Belsőcsigás hajtások. Ph.D értekezés, Miskolc, 2001.
- [119] [PÉT81] Péter József: Fogazott hullámhajtóművek kapcsolódásának vizsgálata. Műszaki doktori értekezés, Miskolc, 1981.
- [120] [PÉT92] Péter József: Fogaskerék-hullámhajtómű és tengelykapcsoló kapcsolódásának vizsgálata. Kandidátusi értekezés, 1992.
- [121] [RAO94] Rao, B. S.; Shunmugam, M. S.; Jayaprakash, V.: Mathematical Model for Generation of Spiral Bevel Gears. Journal of Material Processing Technology, Vol. 44, 1994. pp. 327-334.
- [122] [ROH80] Rohonyi Vilmos: Fogaskerék-hajtások. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [123]
- [124] [SAR14] Sarka Ferenc: Fogaskerekes hajtóművek környezetszempontú tervezése. PhD értekezés, Miskolc, 2014.
- [125] [SCO91] Scott, H. W.: Computer Numerical Control Grinding of Spiral Bevel Gears. NASA Contractor Report 187175, 1991. 88 p.
- [126] [SHI07] Shih, Y-P.; Fong, Z-H.; Lin, C. J.: Mathematical Model for a Universal Face Hobbing Hypoid Gear Generator. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 129, 2007. pp. 38-47.
- [127] [SHI08] Shih, Y-P.; Fong, Z-H.: Flank Correction for Spiral Bevel and Hypoid Gears on a Six-Axis CNC Hypoid Generator. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 130, 2008. 062604.
- [128] [SHI10] Shih, Y-P.: A novel ease-off flank modification methodology for spiral bevel and hypoid gears. Mechanism and Machine Theory, Vol. 45, 2010. pp. 1108-1124.
- [129] [SHI15] Shih, Y-P. et al.: Manufacture of Face-Milled Spiral Bevel Gears on a Five-Axis CNC Machine. The 14th IFToMM World Congress, Taipei, Taiwan, 2015. 8 p.
- [130] [SHI17] Shih, Y-P.; Sun, Z-H.; Lai, K-L.: A flank correction face-milling method for bevel gears using a five-axis CNC machine. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Springer, 2007. 18 p.
- [131] [SIM81] Simon, V.: Elastohydrodynamic Lubrication of Hypoid Gears. ASME Journal of Mechanical Design, 1981, pp. 195-203.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [132] [SIM94] Simon Vilmos: Egy új típusú globoid csigahajtás jellemzői. Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 1994.
- [133] [SIM96] Simon Vilmos: Characteristics of a new type of cylindrical worm gear drive. ASME 6th International Power Transmission and Gearing Conference, San Diego, 1996. Proceedings, pp. 133-140.
- [134] [SIM00] Simon, V.: FEM Stress Analysis in Hypoid Gears. Mechanism and Machine Theory, 2000, pp. 1197-1220.
- [135] [SIM05] Simon, V.: Optimal Tooth Modifications in Hypoid Gears. ASME Journal of Mechanical Design, 2005, pp. 646-655
- [136] [SIM07a] Simon, V.: Load Distribution in Spiral Bevel Gears. ASME Journal of Mechanical Design, 2007, pp. 201-209.
- [137] [SIM07b] Simon, V.: Computer Simulation of Tooth Contact Analysis of Mismatched Spiral Bevel Gears. Mechanism and Machine Theory, 2007, pp. 365-381.
- [138] [SIM09] Simon, V.: Loaded Tooth Contact Analysis and Stresses in Spiral Bevel Gears. Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences, San Diego, Californis, USA, 2009. 9 p.
- [139] [SIM11a] Simon, V.: Generation of Hypoid Gears on CNC Hypoid Generator. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 133, 2011. 121003.
- [140] [SIM11b] Simon, V.: Optimized Polynomial Functions for Inducing Variation to Machine Tool Settings in Manufacturing Hypoid Gears. Proceedings of 13th World Congress in Mechanism and Machine Science, Guanajuato, Mexico, 2011. 10 p.
- [141] [SIM11c] Simon, V.: Manufacture of Face-Hobbed Spiral Bevel Gears on CNC Hypoid Generator. Proceedings of the 10th International MTeM Conference, Cluj-Napoca, 2011. pp. 295-299.
- [142] [SIM14a] Simon, V.: Optimal Tooth Modifications in Face-Hobbed Spiral Bevel Gears to Reduce the Influence of Misalignments on Elastohydrodynamic Lubrication. Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 136, 2014. 071007.
- [143] [SIM14b] Simon, V.: Optimal Tooth Surface Modifications in Face-Hobbed Hypoid Gears. Key Engineering Materials, Vol 572, 2014. pp 351-354.
- [144] [SIM14c] Simon, V.: Optimization of face-hobbed hypoid gears. Mechanism and Machine Theory, Vol. 77, 2014. pp. 164–181.
- [145] [SIM15] Simon, V.: Optimization of Face-Hobbed Spiral Bevel Gears to Improve EHD Lubrication. Proceedings of 14th IFToMM World Congress, Taipei, Taiwan, 2015. 11 p.
- [146] [SIP90] Siposs István: Globoid hajtások lefejtés nélkül készített csigakerékkel. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1990.
- [147] [SKA12] Skawinski, P.: Technological Setup of the Gleason Phoenix CNC Spiral Bevel and Hypoid Gear Milling Machines. Advances in Manufacturing Science and Technology. Vol. 36, No. 4, 2012. pp. 33-43.
- [148] [SKA13] Skawinski, P.; Kret, M.: Mathematical Model of the Modified Roll for Spiral Bevel Gears Milling Machines. Advances in Manufacturing Science and Technology. Vol. 37, No. 2, 2013. pp. 59-71.
- [149] [STA93] Stadtfeld, H. J.: The Development of Bevel and Hypoid Gear Technology. In: Handbook of Bevel and Hypoid Gears. Rochester Institute of Technology. 1993. pp. 8-31.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [150] [STA95] Stadtfeld, H. J.: Gleason Bevel Gear Technology. The Gleason Works, 1995. 202 p.
- [151] [STA01a] Stadtfeld, H. J.: Gleason Zukunftsweisende Kegelarad - Verzahntechnik. The Gleason Works, 2001. 367 p.
- [152] [STA01b] Stadtfeld, H. J.: What "Ease-Off" shows about Bevel and Hypoid Gears. Gear Technology, Sept/Oct 2001. pp. 18-23.
- [153] [STA14] Stadtfeld, H. J.: Gleason Bevel Gear Technology. The Gleason Works, 2014. 503 p.
- [154] [STA19] Stadtfeld, H. J.: Practical Gear Engineering. The Gleason Works, 2019. 391 p.
- [155] [STA20] Stadtfeld, H. J.: eDrive Transmission Guide. The Gleason Works, 2020. 220 p.
- [156] [SUH01] Suh, S. H. et al.: Sculptured surface machining of spiral bevel gears with CNC milling. International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 41, 2001. pp. 833–850.
- [157] [SZE41] Szeniczai Lajos: Az általános fogazás. Egyetemi nyomda, Budapest, 1941.
- [158] [SZE57] Szeniczai Lajos: Csigahajtóművek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1957.
- [159] [SZE85] Szenté József: Belső fogazatú fogaskerekek lefejtő szerszámainak megválasztása. Egyetemi doktori értekezés, Miskolc, 1984.
- [160] [TER65] Terplán Zénó: A fogaskerék bolygóművek méretezési kérdései. Akadémiai doktori értekezés, Miskolc, 1965.
- [161] [TER79] Terplán Zénó, Apró Ferenc, Antal Miklós, Döbröczöni Ádám: Fogaskerék-bolygóművek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [162] [TOM19] Tomori Zoltán: Profileltolás-tényezők optimális megválasztása evolvens fogazatú hengeres fogaskerekhez. PhD értekezés, Miskolc, 2019.
- [163] [TSA93] Tsay, C-B., Jin, J-Y.: A Mathematical Model for the Tooth Geometry of Hypoid Gears. Mathematical and Computer Modelling, Vol. 18, No. 2, 1993. pp. 23-34.
- [164] [VEA91] McVea, W. R.; Mellis, D. W.: Spiral Bevel Tooth Topography Control Using CMM Equipment. SAE Technical Paper 911757, 1991. 16 p.
- [165]
- [166] [VID08] Vidéky Emil: Beiträge zur Berechnung der Zahnräder. Z. d. Österreichischen Ingenieur- und Architekten- Vereines, 60 (1908), pp.579-585.
- [167] [VIV18] Vivet, L. et al.: An analytical model for accurate and numerically efficient tooth contact analysis under load, applied to face-milled spiral bevel gears. Mechanism and Machine Theory, Vol. 130, 2018. pp. 137-156.
- [168] [VÖR45] Vörös Imre: Fogaskerekek I-II. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1945.
- [169] [VÖR68] Vörös Imre: Fogaskerekek fogalakjai és fogalaktényezői a fogtörszilárdság méretezéséhez. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968.
- [170] [WAN05] Wang, P-Y.; Fong, Z-H.: Mathematical Model of Face-Milling Spiral Bevel Gear with Modified Radial Motion (MRM) Correction. Mathematical and Computer Modelling, Vol. 41, 2005. pp. 1307-1323.
- [171] [WAN22] Wang, Q. et al.: Design and Analysis for Hypoid Gears with Ease-Off Flank Modification. Applied Sciences, 2022, 12, 822. pp. 1-14.

ÍVELT FOGÚ KÚPKEREKEK FOGFELÜLETEINEK MATEMATIKAI MODELLEZÉSE ÉS A MODELLEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE

- [172] [WIL45a] Wildhaber, E.: Gear tooth curvature treated simply. American Machinist, Aug. 30. 1945. pp. 122-125.
- [173] [WIL45b] Wildhaber, E.: Basic relationships of bevel gears. American Machinist, Sep. 27. 1945. pp. 99-102.
- [174] [WIL45c] Wildhaber, E.: Relative curvature controls gear tooth surface strength. American Machinist, Oct. 11. 1945. pp. 118-121.
- [175] [WIL45d] Wildhaber, E.: Special analysis of gear mesh clarifies curvature condition. American Machinist, Oct. 25. 1945. pp. 122-125.
- [176] [WIL46a] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears. American Machinist, Feb. 14. 1946. pp. 108-111.
- [177] [WIL46b] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears II. American Machinist, Feb. 28. 1946. pp. 131-134.
- [178] [WIL46c] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears III. American Machinist, Mar. 14. 1946.
- [179] [WIL46d] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears IV. Tooth contact. American Machinist, Jun. 6. 1946.
- [180] [WIL46e] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears V. Conjugate pitch surfaces. American Machinist, Jun. 20. 1946.
- [181] [WIL46f] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears 6. Gear tooth sliding. American Machinist, Jul. 18. 1946.
- [182] [WIL46g] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears 7. American Machinist, Aug. 1. 1946.
- [183] [WIL46h] Wildhaber, E.: Basic relationships of hypoid gears 8. Design for Duplex cutting. American Machinist, Aug. 15. 1946.
- [184] [WIL73] Wilcox, L.; Coleman, W.: Application of finite elements to the analysis of gear tooth stresses. Transactions of the ASME Journal of Engineering for Industry, Nov 1973. pp. 1139-1148.
- [185] [WIL81] Wilcox, L.E.: An exact analytical method for calculating stresses in bevel and hypoid gear teeth. The Gleason Works, 1981.
- [186] [WIL85] Wilcox, L.: Analysing gear tooth stress as a function of tooth contact pattern shape and position. Gear Technology, 1985. pp. 9-15, 23.
- [187] [WUX11] Wu, X.; Han, J.; Wang, J.: A Mathematical Model for the Generated Gear Tooth Surfaces of Spiral Bevel and Hypoid Gears. Advanced Materials Research, Vols 314-316, 2011. pp 384-388.
- [188] [XUN11] Xuncheng, W.: Mathematical Model of the Generated Gear Tooth Surfaces for the Function-oriented Design of Point-contact Tooth Surfaces of Spiral Bevel and Hypoid Gears. Proceeding of Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, Shanghai, Vol. 2, 2011. pp. 504-508.
- [189] [www.g] <https://www.gleason.com/en/facts-and-news/about-gleason/milestones-in-gear-technology><https://www.gleason.com/en/facts-and-news/about-gleason/milestones-in-gear-technology>
- [190] [www.k] <https://www.klingelberg.com/en/company/history/EN>