FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ÍVELT PROFILÚ CSIGA GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE ÉS VÉGESELEM ANALÍZISE

Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés¹, Tóth Gábor²

Abstract

The paper contains the determination of data necessary for geometrical dimensioning of worms having arched profilé. We introduce, how the computer programme prepared by us, helps the geometrical modelling. We give a brief summary about the Finite Element Simulation. We show the 3D model of the driving used as an input data for the Finite Element Analysis. This model can be pretend for the base of further examinations.

1. BEVEZETÉS

A hengeres csigahajtások csigájának fogfelülete lehet vonalfelület (egyenes alkotójú), de lehet nem egyenes alkotójú csavarfelület is. A hengeres csigák tengelymetszetben vagy normálmetszetben lehetnek konkáv vagy konvex körív profilúak, melyeknek a keréken konvex, illetve konkáv konjugált profilok felelnek meg. Az ilyen típusú csigákat ívelt profilúnak nevezzük, ugyanis ezek már nem vonalfelületűek. (1., 2. ábra) Az olajfilm kialakulása szempontjából az a kedvező, ha az érintkezési görbe érintőjére merőleges relatív sebességi összetevő v értéke lenne nagy. Ezen feltételeket jobban kielégítik az ívelt profilú csigák. Ez a csiga az axiális metszetben domborúan ívelt, míg a vele kapcsolódó kerék profilja a tengelymetszetben homorúan ívelt profilú. [2]

2. CSIGAHAJTÓPÁROK GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE

A geometriai méretezés első lépése a kitűzött célok részletezése, a megvalósítási sorrend megadása.

- a megvalósítás egységes koncepciójának kidolgozása,
- a geometriailag helyes befejező megmunkálás kidolgozása,
- a helyes profil köszörüléséhez szükséges szabatos alakú korong meghatározása, a profil biztosításához szükséges eszközök fejlesztése,
- szabályos élgeometriájú szerszámok gyártásgeometriai elemzése,
- az elérni kívánt geometriai és kapcsolódási viszonyok matematikai megfogalmazása,
- a mérési és minősítési eljárás kidolgozása,
- a különböző típusú csavarfelületek közös jellemzői alapján a gyártásgeometria általános közös rendszerbe foglalása, a gyártáshoz speciális eszközök kifejlesztése.

A kutatás módszere:

- a megoldandó probléma analízise,
- az optimális megoldás meghatározása, program segítségével,
- az optimális megoldás matematikai, geometriai modellezése végelem módszerrel és rapid-prototyping technikák segítségével,

- a prototípus elemzése, különböző korrekciók visszacsatolása,
- a prototípus gyártás után, konkrét kísérleti gyártás, minősítés, eredmények feldolgozása.

1. ábra. Az evolvens csigahajtás és az ívelt profilú csigahajtás összehasonlítása [1], [3]

A feladat az általános modellek számítógépi feldolgozásával, gyors geometriai méretezés megvalósítása, az esetleges változatokból az optimális kiválasztása.

2. ábra. A fogkialakítás elve és a gördülővonal helyzete [1]

A. csigafogaknak konkáv profiljuk van, egyenes vagy domború helyett, valamint a gördülő vonal (d_{g1}) a csigán a fejkör átmérő közelében van, vagy azon kívül esik - a fogmagasság közepe (d_{oi}) középátmérő helyett - mivel az x_2 fajlagos szerszámmállítás értéke nagy ($0,8 \leq x_2 \leq 1,5$). [2], [4], [5]

3. ábra. A geometriai méretezés egyszerűsített folyamatábrája [1]

3. GEOMETRIAI MÉRETEZÉS SZÁMÍTÓGÉPES PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

Az ívelt profilú csigahajtás geometriai méretezését elvégző program Turbo Pascal 7.0 - ban íródott. Ezen programozási mód a számítási problémák megoldására teljesen alkalmas.

A csigahajtásokkal kapcsolatban a legfontosabb cél a számítási problémák megoldása, a matematikai háttér biztosítása. A programozási mód alkalmas egyszerűbb geometriai alakzatok megjelenítésére is. A program ún. Dos-os felületen működik.

A bemenő adatok meghatározása egy előzetes méretezés alapján történik, melyek alapvető adatai a nyomaték T_2 [Nm], az áttétel i_{12} , a fogszám z_1 , a fordulatszám n [1/min]. A program bemenő előzetesen meghatározott paramétereit szabványos értékekre kell kerekíteni.

A program bemenő paraméterei:

- csiga fogszáma, z_1
- modul, m
- tengelytáv, a
- profilszög, α
- körívsugár, ρ
- átmérőhányados, q
- áttétel, i

Az előbbieken felsorolt bemenő adatok alapján számolja az ún. kimenő paramétereket. Végül pedig grafikusán megjeleníti a hajtópárt. (4., 5. ábra)

4. ábra. A bemenő adatok és a számítási eredmények

A bemenő adatok megadásával a program 21 különböző, a méretezéshez feltétlenül szükséges adatot számol ki.

5. ábra. A számítási eredmények

4. A HAJTÁS 3D MODELLJÉNEK ELŐÁLLÍTÁSA

A kimenő adatok segítségével az <enter> gomb megnyomásával a program grafikusán is megjeleníti az ívelt profilú csigahajtást. A grafikusán megjelenített csigahajtás vizsgálatával, megtehető a szükséges módosítások.

A geometriai méretezés után a 3D modell előállítása a cél. A program adott geometriájú csiga esetén számítja az elméleti érintkezési vonalakat, melyre illesztett burkolófelület a csigakerékhez kötött vonatkozási rendszerben megadja a csigakerék fogfelületét, így lehetővé teszi a hajtópár geometriai modelljének generálását a végeelemes programok számára. Ezen túlmenően meghatározza az érintkezési vonal pontjaiban a felületi normális irányát, amely a fogfelületre merőleges terhelés megadásához szükséges.

Ezek alapján lehetséges a hajtópár geometriai modelljének előállítása CAD rendszerben. (6. ábra)

6. ábra. Az ívelt profilú csigahajtás 3D-s CAD modellje

5. VÉGESELEMES ANALÍZIS

A 3D-s CAD modellek felhasználásával elvégezhető a hajtópár végeelemes analízise a következő folyamatára (7. ábra) alapján. A kereskedelmi végeelem programok felhasználása a meglehetősen bonyolult geometriájú térbeli fogazatok érintkezési viszonyainak vizsgálatára gyakran nehézségekbe ütközik.

Problémát jelenthet a geometriai modellezés, különösen akkor, ha a hajtópár egyik tagjának felület nem adható meg zárt alakban, hanem csak az ismert felületű taggal közös, pillanatnyi érintkezési vonalak burkolófelületeként. Ennek megoldása lehetséges úgy, hogy a kapcsolódási egyenlet segítségével meghatározott érintkezési vonalakra nurbs-felületet illesztünk és így generáljuk az ismeretlen fogfelület modelljét. A másik lehetőség, hogy az ismeretlen fogfelület tengellyel párhuzamos metszeteit határozzuk meg a kapcsolódási vonalak tengelymetszetei felhasználásával és így az egyes metszetekkel, mint „szeletekkel” közelítjük az ismeretlen fogfelületet.

A hajtópárok testmodelljei 3D-s CAD rendszerben kerültek felépítésre. A végeelem-háló szintén CAD-rendszerben készült, automatikus hálógenerálással, 4 csomópontos tetraéder elemekből, a kapcsolódásban lévő 2 fogpár felületein megfelelő sűrítéssel. A csiga végeelem-modellje 53200 elemet és 13000 csomópontot tartalmaz. A peremfeltételek a csigán vezetőcsapágyas elrendezésnek

megfelelően kerültek megadásra, tehát a csigatengely egyik végén a csomópontokban mind a radiális, mind a tengelyirányú elmozdulás zérus, míg a másik végén csak a radiális irányú elmozdulás van gátolva. [6]

7. ábra. Végeselemes módszer folyamatábrája [1]

A tanszékünkön elvégzett VEM analízist mutatja a 8. ábra.

8. ábra. A csigakerék VEM analízise

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Bemutattuk az ívelt profilú csiga geometriai méretezéséhez szükséges bemenő adatok meghatározásának folyamatát és összefüggéseit. Röviden ismertettük a végeleemes módszer folyamatát, valamint ábrázoltuk a hajtás végeleemes testmodelljét, mely alapját képezi a további VEM vizsgálatoknak.

A végeleemes feszültséganalízis értékelése során a geometriai méretezés kiinduló adatainak változtatására is sor kerülhet a megfelelő teljesítmény-átvitel érdekében. Ebben az előadásban éppen ezt a komplexitást akartuk szemléltetni, mely a tervezési feladatot jellemzi.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dudás, L: Theory and Practice of Worm Gear Drives, Penton Press, London
- [2] Dudás, I.: Ívelt profilú csigahajtások szerszámozásának és gyártásának fejlesztése, Kandidátusi értekezés, Miskolc, 1980. pp 8.-14.
- [3] Niemann, G. - Winter H.: Maschinenelemente. Band. 3. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1983.
- [4] Garamvölgyi, T.: Ívelt profilú csigahajtás geometriai méretezése, Gép XXXIX. évf. 1987
- [5] Krivenko, J. C: Novüe tipü cservjacsnuh peredacs na szudah Izd. Szudoszrovenie, Leningrád, 1967.
- [6] Horák, P.: Köríprofilú csigahajtópárok tribológiai vizsgálata, PhD értekezés, Budapest, 2003

Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés¹, Tóth Gábor²

¹ tanszékvezető egyetemi tanár, ² mérnök-tanár

^{1,2} Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék