Kolozsvár, 1998. március 20-21.

BONYOLULT FELÜLETŰ HAJTÓPÁROK ÉRTÉKELÉSE CAQ RENDSZERBEN

Dr. Dudás Illés - Dr. Bányai Károly - Bajáky Zsolt

1. Abstract:

The design and exact production method of helical gear-drives adequate to modern requirements (high efficiency, low noise level, high transmitting-power response, kinematic accuracy) need careful research work. The design methods should consider the optimising techniques, the modern tribological conditions and the production methods should align with the formation of theoretical surfaces determined in the design. It can be realised with the application of the manufacturing geometry of helical surfaces. During modern computerised design and computer controlled production the production of high-grade worm drives also can be provided.

In this lecture we would like to add information to the individual chapters of construction design and also to the technological considerations and methods needed for the realisation in case of helical gear-drives.

2. Csigahajtópárok koncepció tervezése

2.1. A hordképet befolyásoló geometriai jellemzők meghatározása

A csigahajtópárok működési jellemzőit többek között a kapcsolódó felületek közötti olajfilm befolyásolja.

A kapcsolódási viszonyok között elsősorban az alábbi - egymással szoros kapcsolatban lévő és a hajtópár típusára többé-kevésbé jellemző - tulajdonságokat emeljük ki:

- az érintkezési vonalak összhosszúsága,
- az érintkezési vonalak elhelyezkedése, alakja,
- az érintkezési vonalak és a relatív sebesség viszonya,
- a hordkép elhelyezkedése (lokalizálása).

A hajtás jóságának megítéléséhez a meghatározott változatokat alapvetően a következő három jellemző vizsgálatával hasonlítjuk össze:

a.) Az érintkezési vonalak összhosszúsága

A kiválasztási kritérium szerint ennek a maximális értéke a legmegfelelőbb pl. a terhelhetőség szempontjából.

b.) Az érintkezési vonalak és a relatív sebesség viszonya

Ebből a szempontból az a legkedvezőbb, ha a relatív sebességvektor (v_{1F}) és az érintkezési vonal érintője (t_i) által bezárt szög átlagos értékének merőlegestől való eltérése a legkisebb.

c.) Kapcsolódási vonalak elhelyezkedése

Az előző két kritérium szerinti maximum és minimum értékek módosítására szolgál a harmadik szempont szerinti értékelés. Ez az érintkezési vonalak elhelyezkedését, a kapcsolódási csomópontok helyzetét ítéli meg a hajtás jósága tekintetében.

Ezzel az eljárással egy adott hajtástípusnál tehát meghatározhatók azok az optimális geometriai paraméterek, melyek a kapcsolókép ideális elhelyezkedését lehetővé teszik.

2.2. Adott geometriai paraméterekkel rendelkező csigahajtás szimulációs vizsgálata

Ahhoz, hogy a tényleges kapcsolódást vizsgálni, sőt tervezni tudjuk (sok hajtópár legyártása és vizsgálata nélkül), elméleti úton határozzuk meg a geometriai paraméterek optimális értékét és a valóságos kapcsolódást az egyes paraméterek sztochasztikus jellegének figyelembevételével. Ezt modellezéssel, illetve szimulációs módszerrel lehetséges vizsgálni.

A hordkép befolyásoló tényezők

Alapvetően geometriai eltérések okozhatnak módosulást a hajtás jellemzőiben (érintkezési görbék elhelyezkedése, alakja, kapcsolódási csomóvonalak helyzete, hordkép nagysága, elhelyezkedése, stb.). A geometriai eltérések több tényezőből adódhatnak:

- **gyártási hibák:** itt mind a csiga, mind a csigakerék gyártása során adódhatnak eltérések szerszám mérethiba, szerszám beállítási hiba, megmunkológép kinematikai hibája miatt lényeges paraméterek (pl. menetemelkedés, profil, osztás, stb.) a névleges érték körül egy bizonyos tűréshatáron belül szóródást mutatnak.
- **szerelési hibák:** a hajtóműház megmunkálási hibái a hajtópár kapcsolódását nagymértékben befolyásolják, mivel a csiga és csigakerék viszonylagos helyzetét (tengelytávolság, tengelyszög, fősík elhelyezkedése, stb.) szintén csak bizonyos hibával lehet beállítani, mely hibákra a hengeres csigahajtás igen érzékeny.
- **rugalmas alakváltozások:** a hajtópár elemeinek terhelés alatti rugalmas deformációja az elméleti kapcsolódási paraméterekhez viszonyítva szintén geometria eltérést okoz a kapcsolódás környezetében, mivel sem a csiga, sem a csigakerék nem ideálisan merev testek.
- **hőterhelés:** bár nem jelentős mértékű, de mégis a hőtágulás miatt geometriai eltéréseket okoz a kapcsolódásban az elméleti értékekhez képest az a tény, hogy a gyártás és geometriai minősítés környezeti hőmérséklete eltér a hajtás üzemi hőmérsékletétől.

- **felületi érdesség:** mikrogeometriai eltérésként vehetjük figyelembe, hogy a felületek nem ideálisan simák, viszont így a kapcsolódás nem vonal mentén történik, hanem pontszerűvé válik.

3. A 3D-s koordináta mérőgépen történő geometriai ellenőrzés

Bonyolult térbeli felületek geometriai mérésének (akár érintéses, akár érintés nélküli mérésről van szó) alapvetően két lehetséges esete van :

- a.) A felület egyenlete egy adott koordináta rendszerben felírható és ebben a esetben a mért pontok koordinátái az egyenlet alapján meghatározhatók, majd az elméleti pontok koordinátaival összevetve határozhatók meg az eltérések. Ebben az esetben viszonylag kevés mérési pont alapján is elvégezhető a felület geometriai minősítése.
- b.) A felület „szoborszerű”, így egyenlete egyetlen koordináta rendszerben sem adható meg. Az elméleti felületet pontthalmaz reprezentálja, tehát a felület „hézagosan” adott és legtöbbször nincs vonatkoztatási rendszere. Ebben az esetben a mérés a felület feltérképezését jelenti és a mért felületnek az elméleti felületre való illesztése után határozhatók meg az eltérések. A felület feltérképezése igen sok mérési pont felvételét jelenti, ezek feldolgozása (pl. felületregreszióval) hosszadalmas.

Egy mérőprogram elkészítésénél az alábbi alapvető követelményeket kell figyelembe venni :

- a mérés megkezdésétől az eredmények kiértékeléséig eltelt idő legyen rövidebb mint a gyártási idő,
- a kiértékelés pontossága nagyságrenddel a gyártási tűrés határán belül legyen,
- a kiértékelte eredmények nyújtsanak lehetőséget a hibás technológiai paraméterek meghatározására.

Ezen követelmények figyelembe vételével a csavarfelületek mérésére az a.) módszert választottuk, és a következőkben csavarfelületek mérésére olyan megoldást mutatunk be, mely a kiértékelés pontosságára meghatározó jelentőségű befolyással van.

3.1. Geometriai ellenőrzés koordináta mérőgépen

A gyártásgeometriai elemzés során kialakított matematikai modell segítségével viszont már lehetséges egy olyan mérési módszer kidolgozása, amely lehetőséget biztosít bármely csavarfelület geometriai ellenőrzésére általános célú háromkoordinátás mérőgépen [2], [3], [4].

E mérési módszer alapján kidolgozott szoftverrendszer biztosítja :

- * az egyes gyártási paramétereknek a csavarfelület alakhibájára gyakorolt hatásának a vizsgálatát,
- * valamint ezen hatások elemzését,
- * megkönnyíti a mérési eredmények kiértékelését, és visszacsatolt beavatkozást tesz lehetővé a gyártási folyamatba.

ÖSSZEFOGLALÁS

A csigahajtópárok gyártásának intelligens automatizálása a korszerű minőségi gyártás mai követelményei miatt aktuálissá vált. A jelenlegi gyártásban csak egyes elemeit sikerült még csak világszerte megvalósítani, de egy átfogó rendszert még nem építettek ki. Jelen cikkünkben bemutattuk egy átfogó rendszer felépítését, és egyes elemeinek, részrendszerének megvalósítására szolgáló megfontolásokat, módszereket. A rendszer néhány elemét (CNC korongszabályozó, mérőprogram, koncepció tervező programok) már megvalósítottuk a többi elem kidolgozása és rendszerbe kapcsolásának megvalósítása jelenleg kiemelt kutatási témánk. Úgy véljük, hogy mind az elméleti alapok és módszerek, mind pedig a megvalósítást szolgáló korszerű eszközök egyrészt a termelékenységet másrészt pedig a végtermékek minőségi jellemzőit fokozzák.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dudás I., Bányai K. : Simulation Analysis of the Effects of the Production Errors in Case of Worm Driving Pairs. MTM '97 Conference, Tianjin, China, 3-6. Jul. 1997, pp: 620 - 624.
- [2] Dudás I.: Theory of Production of Helicoid Surfaces. Academical Doctoral Thesis D. Sc., Miskolc, Hungary, 1991.
- [3] Litvin, F. L.: Principle of mating of gears Publisher of Technical Books, Budapest, 1972.
- [4] Niemann, G. - Winter, H.: Maschinenelemente. Band III. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo, 1983.
- [5] I. Dudas, K. Banyai : Manufacturing of Helical Surfaces in flexible production system, International Conference ICARCV'94, Singapore, 1994
- [6] F. L. Litvin, V. Kin, 1992, 'Computerized Simulation of Meshing and Bearing Contact for Single-Enveloping Worm-Gear Drives', Transaction of the ASME, Journal of Mechanical Design, Vol. 114, June, pp.: 313-316.
- [7] Dudás I., Bajáky Zs. : „Three Dimensional Measurement and Evaluation of Worms”. MTM'97, International Conference on Mechanical Transmissions and mechanisms, Tianjin, China, 1997 július 1-4.

Dr. Dudás Illés tanszékvezető, egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora

Dr. Bányai Károly egyetemi adjunktus

Bajáky Zsolt egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék

3515 Miskolc-Egyetemváros,

Tel: +36 46 365111 / 15 84 Fax: +36 46 364 941 E-mail : ggytbzs@gold.uni-miskolc.hu