FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

Helikoid felületek 3D-s mérése automatizált integrált gyártórendszerekben

Bajáky Zsolt, Dr. Bányai Károly

1. Bevezetés

Napjainkban a technológiai folyamattervezést behálózó rugalmas gyártórendszerek, ezen belül a CAD/CAM, CAQ rendszerek térhódításával egyre erősebb az igény az alakos felületek gyors, pontos és automatizált gyártási és ellenőrzési módszerei iránt.

A csavarfelületek rugalmas gyártórendszerben történő gyárthatóságát az teszi lehetővé, hogy mind a geometria, mind pedig a technológia alapján a mérettartománytól függően azonos gépen munkálhatók meg, így alkatrész családot képviselnek.

Ugyanakkor minden egyes csavarfelület megmunkálásához - a legkisebb méreteltérés esetén is - más profilú köszörűkorong szükséges, így minden munkadarab egyedi darabnak tekinthető. Ennek az ellentétnek a feloldása csak komoly gyártásgeometriai elemzés során lehetséges.

Az elemzés során sikerült egy olyan általános modellt megalkotni, amely beállítható kinematikai paraméterek mellett, adott munkadarab felület esetén számítógép segítségével megadja a szükséges köszörűkorong profil koordinátáit [1].

A modell segítségével történt elemzés során megoldhatóvá válnak azok a problémák, amelyek a rugalmas gyártórendszerben történő minőségi gyártás akadályát képezték a csavarfelületek vonatkozásában.

Másfelől a koordináta-méréstechnika elterjedése és a számítástechnikával való ötvöződése megköveteli, a más alkatrészeket is előállító rugalmas gyártórendszerekben a legelterjedtebb csavarfelületek geometriai mérésének és ellenőrzési módszerének továbbfejlesztését általános célú CNC vezérlésű koordináta mérőgépeken.

A jelenleg forgalomban lévő körasztal nélküli általános célú mérőgépek beépített mérőprogramjai nem teszik lehetővé a térbeli csavarfelületek mérését. 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 majd az egyes gyártási paramétereknek a csavarfelület alakhibájára gyakorolt hatásának a vizsgálatát, valamint ezen hatások elemzését, a mérési eredmények kiértékelését megkönnyíti és visszacsatolt beavatkozást tesz

lehetővé a gyártási folyamatba. Ugyanakkor a számítógépes program segítségével meghatározott profilpontok alapján rövid idő alatt megtervezhető a csigakereket megmunkáló szerszámok profiljai is.

2. Az integrált rendszer struktúrája

Az előbbi feladatok megoldása után az egyes elemek rendszerbe kapcsolhatók. Az elemek egymás közti kapcsolatait úgy mutatjuk be, mintha egy rugalmas gyártócellát alkotnának, így nem térünk ki a rendszer más elemeivel való kapcsolatokra és egyéb funkciókra, hanem csak a csavarfelületek gyártásával és mérésével kapcsolatos funkciókkal foglalkozunk kutatásaink során.

1. ábra A rendszer struktúrája

A fő funkciók a kiemelt elemek esetében mindenképpen intelligens berendezéseket kívánnak meg. Természetesen a központi számítógép által végzett előfeldolgozások és eredmény-feldolgozások egy része leosztható a többi vezérlő felé, amennyiben azok megfelelő intelligenciával rendelkeznek (1. ábra).

3. Geometriai ellenőrzés koordináta mérőgépen

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

- A felület egyenlete egy adott koordináta rendszerben felírható és ebben a esetben a mért pontok koordinátáit 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.
- 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, a mérés elve és folyamata már korábbi publikációkban ismertetésre került [2], [4]. Ezekben a publikációkban a mérési módszer részletesen ismertetésre került. Itt egy olyan kiegészítő eljárást mutatunk be, amely az integrált gyártórendszerbe illeszthető méréshez a feldolgozás automatizáltsági szintjének növelését biztosítja. Ezen eljárás a több bekezdésű csigák mérését és kiértékelését teszi lehetővé.

3.1. A menetfelület automatikus felismerése

A menetfelület geometriai minősítése a vizsgált felületen elhelyezkedő mért pontok feldolgozásával történik. Több bekezdésű csiga esetén több menetfelület van, amelyekhez tartozó mért pontokat menetenként külön kell válogatni. Egy mért ponthoz tartozó menetfelület sorszámának meghatározása azért különösen fontos, mert - bár az elméleti menetfelületek azonosak - egyenleteik eltérőek, hiszen a méréshez csak egyetlen koordináta-rendszert veszünk fel. A menetfelület sorszámának meghatározása összetett feladat, hiszen a bekezdések számától függetlenül is a csavarfelület jellegzetesen periodikus. Ezt az egyenletében szereplő „k” tényező mutatja: (hengeres csiga esetében)

$$\begin{cases} x_{1F} = -\eta \cdot \sin(\vartheta) \\ y_{1F} = \eta \cdot \cos(\vartheta) \\ z_{1F} = p \cdot (\vartheta + k\pi) + f(\eta) \end{cases} \quad (1)$$

ahol:

- η - a vezérgörbe paramétere,
- ϑ - a vezérgörbe szögelfordulásának paramétere,
- p - emelkedési paraméter,
- k - a menetemelkedés miatti periodicitásra jellemző tényezők ($k = 0, 1, 2, \dots$)
- $f(\eta)$ - a tengelymetszeti profil egyenlete.

A mért pont elhelyezkedése a menetfelületen, illetve a menetfelület sorszáma a mért pont z_{1F} tengelyirányú koordinátája, valamint a menetemelkedés és a t_{ax} axiális osztás ismeretében egyszerűen meghatározható. Az eljárás folyamatábrája a 2. ábrán látható.

2. ábra

4. Következtetések

A mérés folyamatában szereplő számításokat a fenti megfontolások alapján elvégezve kiküszöbölhetőek azok a pontatlanságok, amelyek a hibás csavarfelület és az elméleti csavarfelület összehasonlításából számítások útján keletkeznek. Mind a koordináta rendszerek különbözősége, mind a hibás geometriai paraméterek miatt keletkező értékelési pontatlanságok nagyságrendekkel csökkenthetőek. Ezen előzetes megfontolások biztosítják, hogy az 3. pontban megfogalmazott követelményeknek a mérőprogram megfeleljen.

5. 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 dolgozatban bemutatunk egy átfogó rendszer felépítését, és egyes elemeinek, részrendszerének megvalósítására szolgáló megfontolásokat, módszereket. A rendszer néhány elemét (CNC korongszabályozó, mérőprogram, koncepciós 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] **I. DUDAS:** *Csavarfelületek gyártásának elmélete*. Akadémiai doktori értekezés. Miskolc, Hungary 1991 .
- [2] **I. DUDAS - Zs BAJÁKY :** *Measurement of helical surfaces in CIM-System*. Proceedings of the Joint Hungarian-British International Mechatronics Conference, Mechatronics The Basis for New Industrial Development Computational Mechanics Publications, Southampton Boston, 1994. p: 23-28.
- [3] **K. BANYAI:** *Hengeres csigák gyártásgeometriája és ellenőrzése*, Egyetemi doktori disszertáció, Miskolc, 1987
- [4] **I. DUDAS - K. BANYAI:** Bestimmung der Formgenauigkeit von Schneckenoberflächen mit Koordinatenmessmaschine Oberflächenkolloquium mit internationaler Beteiligung Karl-Marx-Stadt, 1988. (In Germany), pp.: 58-62
- [5] **S. KAWABE:** Generation of NC Commands for Sculptured Surface Machining from 3-Coordinate Measuring Data, Fumihiko Kimura and Toshio Sata (1), Faculty of Engineering, University of Tokyo, Annals of CIRP Vol. 29/1/1980, pp. 369-371.

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