FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ÍVELT PROFILÚ CSIGA MÉRÉSE 3D GÉPEN

Dr. Bányai Károly, Szabó Péter, Szentesi Attila

Abstract: The paper contains the development of 3D-coordinate measuring technique, the possibilities of the 3D-coordinate machine. It contains the structure of the measuring program, suitable for measurement of worm geometry developed by us. The possibilities of the measuring machine type DEA being at the Department of Production Engineering at the University of Miskolc were shown. We have done measurements and we compared the results of the measurements by the theoretical values, which were determined by mathematical equations.

Összefoglalás: A cikkben ismertettük a háromkoordinátás mérés technika fejlődését, a háromkoordinátás mérőgép adta lehetőségeket. Ismertettük a csigamérésre szolgáló általunk kifejlesztett mérőprogramot. Bemutattuk a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén található DEA mérőgép lehetőségeit. Méréseket végeztünk, melyek eredményeit összehasonlítottuk a matematikai egyenletekkel előállított elméleti értékekkel.

1. BEVEZETÉS

A gépgyártásban széleskörűen alkalmazott csigahajtások minőségileg megfelelő gyártása, illetve megbízható ellenőrzése számos problémát vet fel, melyek a csavarfelületek bonyolult geometriájából adódnak. A csiga és a csigakerék helyes kapcsolódásához biztosítani kell a csiga és a csigakerék megfelelőségét, a gyártás során az egyenletes minőség biztosítását. Biztosítani kell továbbá a gyártásgeometriával összefüggésben a csavarfelület elvileg is helyes ellenőrzési módszerét, mely biztosítéka az állandó minőség elérésének.

A tervezés során meghatározott paramétereket természetesen csak korlátozott pontossággal lehet a megmunkáló gépeken beállítani. Az ebből származó geometriai hibákat megfelelő mérési eljárással ellenőrizni kell. Az elektronizáció beépülése a termelési folyamatokba egyre nagyobb igényt támaszt a mérési módszerek korszerűsítésével szemben is. A számítógéppel összekapcsolt koordináta mérőgépek lehetőségét nyújtanak az alkatrészek méreteinek automatikus ellenőrzésére, illetve az értékek számítógépes feldolgozására [1].

A hengeres csigák hagyományos ellenőrzési módszere a csavarfelületek ellenőrzését kétdimenziós problémának tekinti. A csavarfelület azonban háromdimenziós alakzat, így azok ellenőrzését háromdimenziós feladatként kell kezelni. A koordináta mérés technika elterjedése és a számítástechnikával való ötvöződése új lehetőségeket teremtett ezen a téren. A számítógéppel összekapcsolt koordináta mérőgépek lehetőséget nyújtanak a hengeres csigák ellenőrzésére az új felfogás szerint.

Természetesen az általános célú koordináta mérőgépen történő ellenőrzés mérőprogramja már elveiben is más követelményeket támaszt, mint a célgépek, a speciális kialakítású, ill. felszereltségű koordináta mérőgépek szoftverei.

2. HÁROMKOORDINÁTÁS MÉRŐGÉPEK RÖVID ISMERTETÉSE A MÚLT ÉS A JELEN...

Pár évvel ezelőtt még a CORDIMET-700 típusú háromkoordinátás mérőgépen történt a hengeres

csigák mérése, amely általános rendeltetésű, oszlopos kivitelű mérőgép, melynek a három tengely irányában történő mozgását kézzel kell végezni és a mérési eredményeket számítógép dolgozza fel. A számítógép BASIC nyelven programozható, mely programokba beépíthető a gépi szubrutinok hívása. Ilyen szubrutinok például a gömb, henger, kúp, stb. mérésére szolgáló programok az eredmények tárolásával együtt, valamint a különböző szolgáltatásokat végző programok. (Pl. koordináta-rendszer forgatás, metszésvonal, metszéspontszámítás, stb.) [1] [2]

Ma már a DEA típusú mérőgépet használjuk, (1. ábra) mely sokkal modernebb, pontosabb az elődjénél. Az új vezérlés (PC-DMIS) lehetővé teszi számunkra a könnyebb kezelhetőséget. A méréseket körasztal nélkül végeztük, a munkadarabot képező ívelt profilú csigának megtámasztását prizmával oldottuk meg.

1. ábra
A DEA mérőgép blokkvázlata (ME Ggyt)

A matematikai levezetések és képletek regressziós egyenes meghatározása, felezési pont számítása stb. terjedelmi okok miatt nem közöljük.

3. ÍVELT PROFILÚ CSIGÁK MÉRÉSÉRE SZOLGÁLÓ MÉRŐPROGRAM FELÉPÍTÉSE [1] [2]

A kidolgozott mérőprogram az alábbi, blokkokból áll:

1. A mérőprogram és a mérőgép saját rendszerének beindítása.
2. A mérendő munkadarab saját koordináta-rendszerének kiállítása.
3. A mérendő csiga adatainak megadása.
4. Mérési pontok felvétele a csavarfelületen.
5. Elméleti pontok meghatározása.
6. Tényleges érintési pontok meghatározása.
7. A csavarfelület emelkedésének és emelkedési hibájának meghatározása.
8. A csavarfelület tengelymetszetének és hibájának meghatározása.
9. A csavarfelület radiális ütésének számítása.

ad 1) Ebben a blokkban történik a programban és a gép saját szoftver rendszerében használt változók, tömbök dimenzionálása és a tapintó hitelesítésének elvégzése. A hitelesítés egy - a mérőgép asztalára rögzített - pontosan megmunkált (0,0005 mm tűrésű) adott átmérőjű acélgömbnek (kalibráló golyó) a tapintóval több ponton való érintésével meghatározásra kerül a gömbtapintó középpontjának pillanatnyi koordinátája és sugara. Ezt a mérőgép szoftvere a későbbi számításokhoz tárolja.

ad 2) A legtöbb koordináta mérőgépnek így a DEA-nak is alapszolgáltatásai közé tartozik, hogy a mérési pontokat nemcsak a gépi koordinátarendszerben, hanem a felhasználó által kijelölt koordinátarendszerben is képes feljegyezni. Így a felhasználó mentesül a koordináta-transzformációnak a programba történő beépítéséről. A mérendő csigák saját koordinátarendszerét (az előzőekben kidolgozott matematika szerint) célszerű felvenni, mert a csavarfelületek egyenletei is e-szerint vannak felírva. A z_{IF} koordinátatengelyt tehát a csiga tengelyében kell felvennünk. Ezt a csiga alkalmasan választott hengerfelületének (csapágyhelyek felülete, fejhenger) több ponton történő érintésével érik el, mert a mérőgép a henger tengelyének helyzetét automatikusan rögzíti és tárolja.

Az y_{IF} tengelynek a fogárok szimmetriasisíkjába történő felvételéhez a fogárok két átellenes pontját érintve a felezőpont koordinátái kerülnek feljegyzésre. A koordinátarendszer felvételére szóló utasítás hatására ezen adatok alapján a gép memóriája rögzíti a csiga koordinátarendszerét. A mérés további fázisaiban minden értéket ebben a koordinátarendszerben ad meg és ebben végzi a számításokat is.

ad 3) A korábbiakban levezetett egyenletek alapján a mérőprogram a csiga típusától függően - amely szintén bemenő adat - interaktív módon kéri be a kézi terminálon keresztül a csavarfelületet jellemző adatokat (fogszám, modul, profilszög, stb.)

ad 4) A mérési pontok számának megadása után a mérést végző személynek a csavarfelületet - lehetőleg egyenletesen elosztva - a tapintóval meg kell érintenie, azaz fel kell vennie az "n" db mérési pontot. A gép memóriája minden érintésnél megjegyzi a gömbtapintó középpontjának koordinátáit a csiga saját koordinátarendszerében.

ad 5) Az elméleti pont koordinátáinak meghatározásánál abból indulunk ki, hogy egy gömbbel érintkező felület normálisa átmegy a gömb középpontján. Tekintettel arra, hogy a csavarfelületeknek - egy menetemelkedésen belül - minden pontjában más a normálvektor iránya, így meghatározható az elméleti (kiinduló értékkel adott) csavarfelületnek az a pontja, amelyhez tartozó normál vektor a gömbtapintó középpontján átmegy. Matematikailag ez a probléma egy adott ponton, átmenő adott irányvektorú egyenes egyenletének megoldásával meghatározható.

ad 6) A tényleges érintési pontok meghatározása az 2.ábra alapján történik. A tényleges érintési pont a tapintó középpontjától az előző pontban meghatározott normálvektor irányában a gömbtapintó sugarával egyenlő távolságra van. Az ábrán jelölt Δx , Δy és Δz értékekkel korrigálva a tapintó középpontjának X, Y, Z, koordinátáit, adódnak, a tényleges érintési pont koordinátái. Méréstechnikai szempontból ezek a koordináták természetesen csak közelítő értékűek, hiszen a normálvektor meghatározását az elméleti csavarfelület kiinduló paraméterei szerint végeztük. Mivel a valódi csavarfelület paraméterei eltérnek az elméleti értéktől, ezért a tényleges érintési pontok meghatározása a következőkben korrekcióra szorul. A tényleges érintési pontok meghatározásai után a csavarfelület hibáinak megállapítására többféle módszer kínálkozik (pl.: térbeli regresszió a csavarfelületre).

2. ábra
Érintési pontok meghatározásának elve

ad 7) A csavarvonal emelkedését és annak hibáját az osztóhengeri csavarvonalon értelmezzük. Mivel a mért érintkezési pontok rendszerint nem az osztóhengeren vannak, ezért az értékeléshez szükséges azokat az osztóhengerre transzformálni a tengelymetszeti profil mentén. Az osztóhengerre transzformált "n" db pontra meghatározható egy regressziós egyenes, mely így statisztikai kiértékeléssel a mért pontok által alkotott csavarfelület emelkedését szolgálja. Ennek eltérése a kiindulásként megadott elméleti értéktől, jelenti az emelkedési hibát.

Amennyiben az emelkedési hiba meghaladja a tűrési értéket, akkor az új emelkedési paraméter figyelembevételével a tényleges érintési pontokat a csavarfelületen újra kell számolni.

ad 8) Az érintkezési pontokat is ugyanazon tengelymetszetbe - célszerűen az (y_{1F}, Z_{1F}) síkba transzformáljuk. Így kiadódik a csavarfelületre jellemző tengelymetszet. Ennek értékelését, az elméleti tengelymetszettől való eltérését az elméleti csavarfelület normálvektorának irányában határozza meg a mérőprogram.

ad 9) A mérőprogram a tényleges érintési pontok sugárirányú eltéréseinek (az elméleti értékektől) értékeléséből határozza meg a csavarfelület radiális ütését.

4 A GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANSZÉK DEA TÍPUSÚ MÉRŐGÉPÉNEK ISMERTETÉSE

A mérőgép csúszó mozgásait a merev és a mozgó elemek között állandó mágnesekkel ellátott pneumatikus légcsapágyak biztosítják, melyek előfeszítettek. A pneumatikus rendszerben a szükséges nyomás: 4 bar.

A gép mérési tartománya X: 820mm; Y: 530mm; Z: 480mm.

A mozgások vezérlése lehet:

- manuális, vezérlőkaron keresztül és
- automatikus, számítógép segítségével.

A mérőgéphez tartozó számítógép lehetővé teszi az összeköttetést a központi egység és a periféria között, valamint az adat- és parancstárolást. A központi egység a tárolt parancsokat leolvassa, végrehajtja,

az input és output információkat ellenőrzi.

A mérőgép egy koordináta-rendszert testesít meg, amely a következőket definiálja:

- az abszolút kezdőpontot;
- a koordináta-tengelyeket;
- a koordinátságokat.

A mérésnél pontokat kell felvenni és a mért pontokból egy matematikai modell segítségével kell meghatározni a *mérendő alapelemeket*, amik lehetnek:

- pont, egyenes, sík, kör; kúp, gömb, ellipszis, henger.

5. AZ ÍVELT PROFILÚ CSIGA MÉRÉSE ÉS KIÉRTÉKELÉSE

3. ábra: DEA 3D-s koordináta mérőgép melyen a méréseket végeztük (ME Ggyt)

4. ábra: Csiga profil mérése a DEA háromkoordinátás mérőgépen
($a=280\text{mm}$; $m=9\text{mm}$; $\alpha_{ax}=36^\circ$; $Z_1=2$; Terv.: Dudás I. DIGÉP dróthúzógép)

5. ábra: A csiga profiljának felvétele a mért pontok alapján ($\varphi=180^\circ$)

Az $m=9\text{mm}$; $a=280\text{mm}$, $\alpha=36^\circ$; $Z_1=2$ bekezdésű csiga mérési eredményei:

Koordináta	Mért értékek	Korrigált értékek	Elméleti értékek	Eltérés
X_1	3,6071	3,5961	3,693	0,0969
Y_1	17,261	17,280	17,400	0,12
Z_1	-7,2312	-7,2764	-7,3395	0,0631
X_2	-7,8758	-7,9073	-7,8956	-0,0117
Y_2	11,031	11,033	10,932	-0,101
Z_2	0,85524	0,81120	0,90725	0,09605
X_3	-13,430	-13,456	-13,365	-0,091
Y_3	4,9034	4,8897	4,9634	0,0737
Z_3	3,4547	3,4009	3,4519	0,051
X_4	15,392	15,402	15,234	-0,168
Y_4	5,7234	5,7458	5,8274	0,0816
Z_4	21,360	21,312	21,348	0,036
X_5	5,0221	5,0107	4,9788	-0,0319
Y_5	15,243	15,266	15,193	-0,073
Z_5	26,513	26,564	26,522	-0,042

1. táblázat: Mérési eredmények

6. KÖVETKEZTETÉS

A 3D-s koordináta mérőgép és az új fejlesztésű szoftver segítségével lehetőség nyílik a csigák pontosabb és gyorsabb ellenőrzésére. A [2] irodalom alapján a kiértékeléshez szükséges geometriai összefüggések rendelkezésünkre állnak a ZTA csigákra vonatkozóan.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bányai K.: Hengeres csigák gyártásgeometriája és ellenőrzése, Egyetemi doktori disszertáció Miskolc 1987.
- [2] Dudás L: Theory and Practice of Worm Gear Drives, 2000., London, Kogan Press, p. 314. ISBN1 8571 8027 5
- [3] Dudás L: Csavarfelületek háromkoordinátás mérőgépen történő ellenőrzése Gépgyártástechnológia, 1988/89. pp. 426-429.
- [4] Dudás L.: ívelt profilú csigahajtás egyszerűsített gyártása és minősítése. Egyetemi doktori értekezés Miskolc 1973.

Dr. Bányai Károly tanszéki mérnök, **Szabó Péter** tanszéki mérnök, **Szentesi Attila** egyetemi tanársegéd
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros, +36-46-565-111/15-17, sp2002@freemail.hu, szentesiattila@freemail.hu