

Măsurarea roților conice cu dinți curbi pe centru de măsurare universal GHIBLI TRAX, utilizând QUINDOS

*Drd.ing. Dănilă BOB,
ing. Mihaela BOB*

UNIO SA Satu Mare, Lucian Blaga, 35, Tel. 061 744214, E-mail: marketing@unio.ro

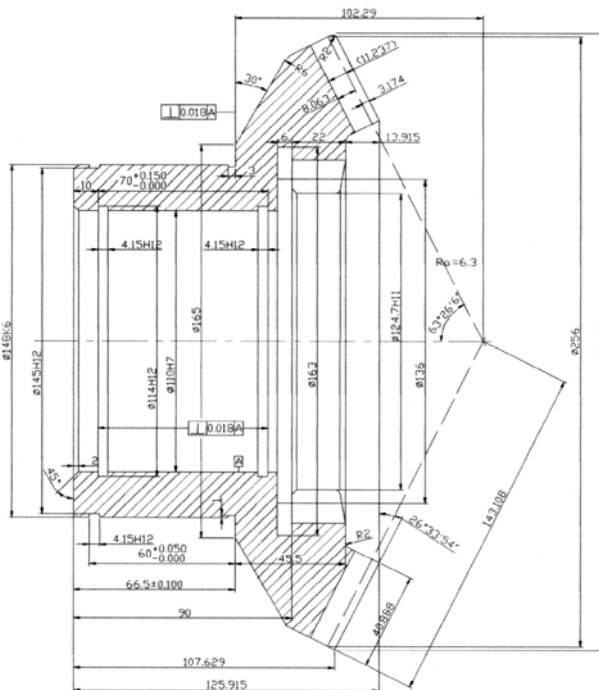
Abstract: The paper purpose is to solve the problem of measuring of the bevel gears manufactured to UNIO Satu Mare. We will consider the case of one bevel gear measured on a GHIBLI TRAX universal measuring center commanded by QUINDOS, using bevel gear-measurement soft modules.

1.Introducere

Măsurarea roților dințate conice cu dinți curbi a constituit întotdeauna o problemă complexă, în special datorită geometriei lor complicate, ceea ce implică existența unor ecuații complicate de calcul a punctelor nominale, și de aici ecuații destul de complicate de determinare exactă a erorilor de profil și de pas.

Dacă măsurătorile referitoare la pas și la grosimea dinților se pot face cu precizie satisfăcătoare, utilizând dispozitive mai mult sau mai puțin asemănătoare cu cele folosite la măsurarea roților dințate cilindrice, măsurătorile referitoare la abaterile de profil sunt complicate, folosirea microscopului universal și determinarea profilului prin puncte într-o secțiune, implicând anumite erori care scad precizia măsurătorilor[1].

Utilizarea mașinii de măsurat universale GHIBLI-TRAX, comandată de QUINDOS, prin flexibilitatea și precizia pe care le oferă, poate înlătura o serie din aceste neajunsuri, oferind de asemenea o mai mare ușurință la interpretarea datelor[3].



$z = 32$; $m_e = 8$; $\beta_m = 35^\circ$; $\alpha_0 = 20^\circ$; tip: arc de cerc
Abaterile pasului: $A_{ps} = \pm 0,011 \text{ mm}$
Eroarea cumulată de pas: $T_{cp} = 0,048$

Fig.1 Roata de masurat

Vom considera, deci, cazul măsurării roții conice din figura 1, pe centrul de măsurare GHIBLI TRAX, comandat de QUINDOS.

Mașina de măsurat universală GHIBLI-TRAX, comandată de QUINDOS, dispune de un modul specializat pentru măsurarea roților conice, care include într-o singură comandă următorii pași: conversia unor fișiere externe de puncte nominale (GLEASON, KLINGELNBERG, OERLIKON, etc –în cazul nostru nedisponibile); introducerea manuală a datelor roții; generarea unui profil de referință prin măsurare (metoda folosită în cazul de față); măsurători de topografie; măsurători ale pasului și grosimii dintelui; determinarea deviației medii după măsurarea topografiei; evaluarea rezultatelor[3].

Măsurătorile se fac cu o probă în formă de stea , având șase palpatoare, care asigură accesul în toate punctele necesare. Axa probei trebuie să fie paralelă cu axa roții. Schema de așezare a roții este prezentată în fig.2.

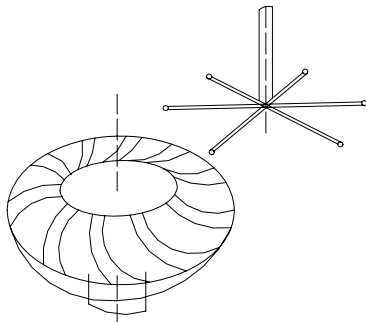


Figura 2. Schema procesului de măsurare

Pașii procesului de măsurare sunt următorii [2]:

- stabilirea sistemului de coordonate legat de piesă;
- introducerea datelor, conform desenului;
- măsurarea roții dințate etalon, pentru stabilirea profilului de referință;
- alinierea roții dințate date;
- măsurarea roții dințate considerate, inclusiv evaluările.

Toți acești pași vor fi descriși în cele ce urmează.

2. Descrierea procesului de măsurare

2.1. Alinierea

Ca și în cazul oricărui proces desfășurat pe o mașină comandată de calculator, cu atât mai mult în cazul unui proces de măsurare, stabilirea unui sistem de coordonate corespunzător, legat de piesă, influențează în mod decisiv corectitudinea rezultatelor. De aceea, primul pas va fi constituit tocmai de stabilirea acestui sistem de coordonate [3].

Datorită construcției softului, centrul sistemului de coordonate trebuie să se găsească în vârful conului de divizare, cu axa z orientată de la baza spre vârful conului. Vârful conului fiind un punct imaginar, se va stabili un sistem de coordonate preliminar, al cărui plan XY coincide cu planul superior al roții, iar originea sistemului în centrul alezajului roții, după care

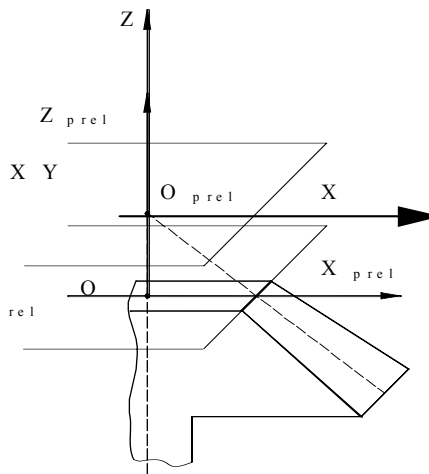


Figura 3. Sistemul de coordonate al piesei

se va face o translatare pe Z a acestui sistem, astfel încât originea sistemului să coincidă cu vârful conului de divizare, ca în fig. 3 [2].

În scopul evitării apariției unor erori de aliniere, după alinierea manuală, în care măsurătorile se fac manual (implicând posibile erori de operare), se va face o aliniere suplimentară, de data aceasta generând toate elementele măsurate la alinierea manuală, și deci, refăcând automat măsurătorile anterioare. În acest caz, probabilitatea unei alinieri incorecte este eliminată.

În mod normal, orientarea în plan a roții nu este semnificativă, dar în acest caz, pentru a putea alinia roata considerată în mod similar cu roata etalon după care s-a măsurat profilul de referință, se va face și o aliniere în plan, considerând axa X ca axa de simetrie a canalului de pană.

Secvența de program corespunzătoare alinierii este prezentată mai jos [2]:

```
MEPLA(NAM=PLAN_MAN,CSY=CMMA$CSY,CPY=DEF$PLA3,DEL=Y)
MECIR(NAM=CERC_MAN, CSY=CMMA$CSY,CPY=DEF$CIR5,INO=I,DEL=Y)
BUILDCSY(NAM=CSY_M_PREL,TYP=CAR,SPA=PLAN_MAN,SDR=+Z,XZE=CERC_
MAN,
        YZE=CERC_MAN,ZZE=PLAN_MAN)
ALTSHIFT(NAM=CSY_MAN,OLD=CSY_M_PREL,X=0,Y=0,Z= )
```

Pentru alinierea CNC se introduc în plus comenzile de generare.

În cadrul comenzii de măsurare roată SPIRBV se face o aliniere suplimentară, prin care mașina, pe baza parametrilor introduși, își caută singură dintele de referință considerat dintele 0, determinându-se astfel exact poziția dinților, respectiv golurilor față de axele sistemului de coordonate.

Toate măsurătorile ulterioare sunt incluse în cadrul aceleași comenzi, SPIRBV, în care are loc atât introducerea datelor, cât și selectarea sarcinilor de îndeplinit.

2.2. Măsurarea flancurilor de referință

Datorită faptului că nu dispunem de un fișier de puncte nominale, este necesară măsurarea unei roți etalon pe baza căreia mașina să-și genereze un profil de referință. În acest scop, după alinierea roții etalon, se va considera o rețea de puncte atât pe flancul convex cât și pe cel concav, luate manual într-o ordine prestabilită, care va constitui baza de calcul a rețelei de puncte de probă, pentru flancul considerat. Schema de luare a acestor puncte este prezentată în fig. 4 [2].

Înainte de primul punct luat manual, se ia un punct de apropiere, pentru ca mașina să poată determina unde se găsește materialul.

Folosind aceste puncte, mașina calculează o rețea de puncte, având minimum patru linii și patru coloane (numărul de linii și coloane se introduce de către operator), după care se

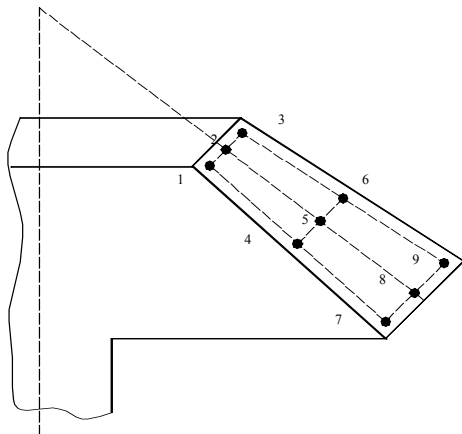


Figura 4. Schema rețelei de puncte pentru flancul de referință

trece la măsurarea flancurilor, în mod automat. Numărul flancurilor măsurate este opțional. De obicei se măsoară flancurile a patru dinți egal distribuiți.

După efectuarea măsurătorilor, programul calculează un flanc mediu, din toate flancurile măsurate. Punctele calculate ale rețelei sunt stocate ca valori nominale, și vor fi considerate ca valori de referință.

Procedura se repetă pentru ambele flancuri.

2.3. Măsurători topografice

Măsurătorile referitoare la topografie utilizează puncte singulare de probă, spre deosebire de măsurătorile de profil la roțile cilindrice, care folosesc scanarea.

Se specifică, odată cu introducerea parametrilor, care flanc se dorește măsurat (convex, concav sau ambele), dinții care se măsoară (de obicei 4 dinți egal distribuiți), precum și parametrii necesari evaluării [2].

După efectuarea măsurătorilor, se calculează un “flanc mediu deviat”, atât pentru flancul convex cât și pentru cel concav, definit tot printr-o rețea de puncte similară cu cea a flancului etalon, flanc mediu care apoi este comparat cu flancul etalon, calculat la punctul 2.2.

La introducerea parametrilor, se definește de asemenea un punct al rețelei considerat “punct zero”, de obicei centrul rețelei, definit prin poziția pe linii și coloane (ex. pct (3,5)). Evaluarea se poate face după diferite algoritme de calcul, care iau în considerare eventuale rotații virtuale ale flancurilor, astfel încât anumiți factori de eroare să poată fi eliminați, după cum urmează:

- Evaluare 1: sunt reprezentate deviațiile efective, fără rotații;
- Evaluare 2: se rotește întregul dinte sau gol astfel încât deviația flancului convex efectiv în punctul zero al rețelei considerat să fie nulă; în acest fel se elimină influența abaterii de pas, păstrându-se influența abaterii de grosime a dintelui;
- Evaluare 3: se rotește întregul dinte sau gol astfel încât deviația flancului concav efectiv în punctul zero al rețelei considerat să fie nulă; în acest fel se elimină influența abaterii de pas, păstrându-se influența abaterii de grosime a dintelui;
- Evaluare 4: rotație zero, (ca la 2 și 3), independent; în acest fel se poate determina eroarea de forma a flancului respectiv

Un exemplu de grafic de evaluare este prezentat în fig.5 [2].

2.4. Măsurarea abaterilor de pas, cu determinarea grosimii dintelui

Există două posibilități de selectare a poziției punctului în care se vor face măsurătorile considerate:

- selectarea unui punct din rețeaua punctelor etalon prin specificarea liniei și coloanei (de obicei se consideră centrul);
- introducerea razei și a coordonatei Z pentru punctul în care se dorește să se facă măsurătorile.

Toate mișcărilor necesare ale mașinii sunt generate automat. Se

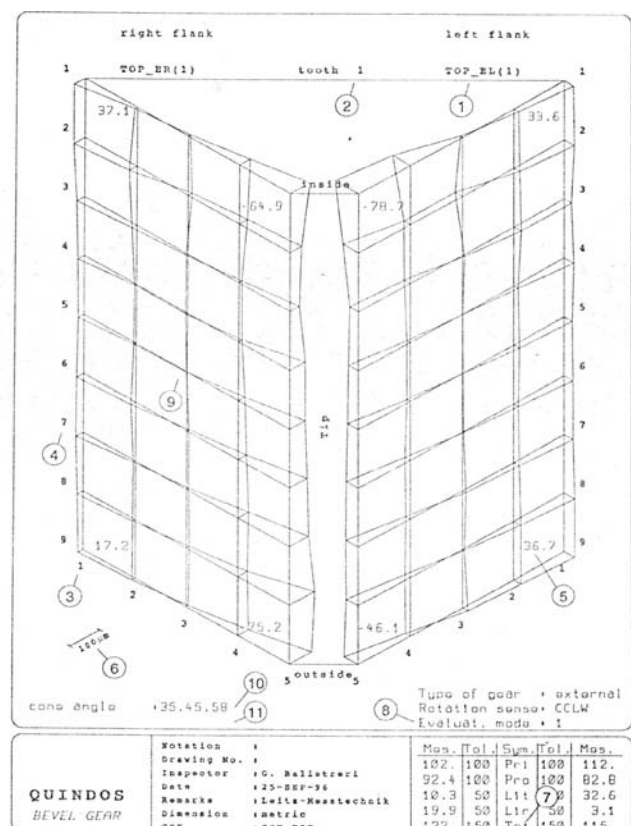


Fig.5. Grafic de evaluare

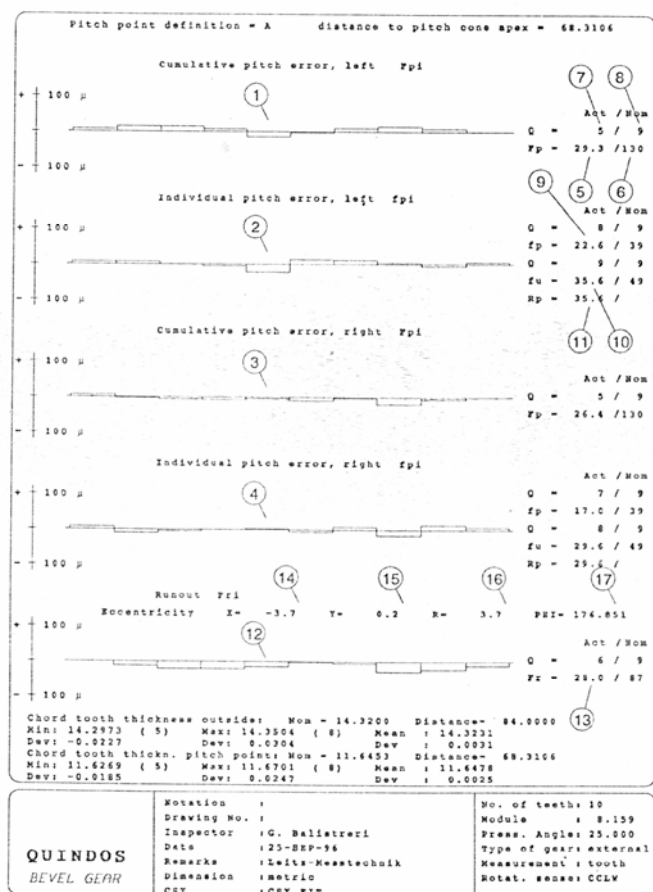


Figura 6. Grafic de evaluare a abaterii pasului

calculează automat grosimea dintelui.

În graficul de evaluare, apar următoarele elemente [2,4]:

- eroarea cumulată de pas F_p ;
- eroarea individuală de pas f_p ;
- abaterea dintre doi pași adiacenți f_u ;
- bătaia R_p ;

Fără a fi reprezentată grafic, în partea de jos a graficului apare calculată grosimea dintelui la exterior și pe conul de divizare, comparată cu valoarea nominală calculată din parametrii roții. Graficul de evaluare este prezentat în fig.6.

3. Bibliografie

1. **Brown&Sharpe**, Quindos. Users Manual and Tutorial. 3rd edition. Wetzlar, Germany, 1996
2. **Brown&Sharpe**, Quindos. Measurement of Bevel Gears. Reference Manual. Wetzlar, Germany, 1992
3. **Brown&Sharpe** **DEA Spa.**, Ghibli Trax Measuring Machine. User's Manual, Grgliasco, Italy, 1999 Wetzlar, Germany, 1992
4. **Dudley, Darle W.**, Handbook of Practical Gear Design, Technomic Publishing Company, ISBN 1-57676766-218-9, Lancaster, Pennsylvania, 1994