

# **FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ ABATERILE DIMENSIONALE A ROȚILOR DINȚATE ȘI PINIOANELOR OBTINUTE PRIN DEFORMARE PLASTICĂ DE PRECIZIE**

Dr. ing. PETRU MUNTEAN

Prof. RODICA MUNTEAN

Tel: 062 - 221253

## **SUMMARY**

The paper presents the factors, which influence the dimensional deviations of the cogwheels and pinions obtained out of plastic deformation namely – the tools manufacturing, the elastic deformation, the fluctuation of working condition, the surface flaws of half-finished products on design – and the result is that the main factor is the plastic deformation of the tools. The paper offers additional information on the control of the negative effects that follow as an outcome of these factors.

## **Introducere**

Deformarea plastică de precizie s-a dezvoltat în ultimii 20÷25 de ani, ca o necesitate a reducerii cheltuielilor de producție și de material la unele piese cerute pe piață. Cea mai mare amploare, la această tehnologie, au luat-o producția de pinioane și roți dințate. Astăzi, mai ales în Japonia, multe din piesele necesare în producția de automobile, printre care pinioanele și unele roți dințate, sunt produse prin deformare plastică.

Pentru obținerea părților cu precizie dimensională ridicată, a produselor deformate, acestea sunt, de obicei, prelucrate și finisate. Deoarece costul prelucrărilor prin așchiere și al finisărilor este mare, este de dorit înlocuirea prelucrării cu deformarea de precizie.

În prezent pinionul elicoidal este considerat a fi piesa de nivel maxim obținută prin deformarea plastică de precizie.

În figura 1 sunt prezentate câteva produse, obținute prin deformare de precizie la rece, apărute recent pe piață.



Figura 1. Exemple de produse obținute prin deformare de precizie la rece.

Vom prezenta în continuare cauzele abaterilor la dimensiune a pieselor obținute prin deformarea de precizie. Abaterile de dimensiune minimă pentru deformarea la rece este de  $\pm 20 \sim \pm 50 \mu\text{m}$  și această valoare nu s-a schimbat foarte mult în ultimii 20 de ani, în timp ce abaterile la prelucrare prin așchiere a fost redusă la mai puțin de  $\pm 1 \mu\text{m}$ . Pentru a putea utiliza pinioanele și roțile dințate prelucrate prin deformare la rece este necesar a îmbunătăți precizia de execuție a acestora, astfel încât abaterile la dimensiune să fie mai mici de  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

## 1. Cauzele abaterilor dimensionale a pieselor obținute prin deformare

### 1.1. Fabricarea sculelor

Întrucât abaterea dimensională a unei piese, obținute prin deformare, nu poate fi mai mică decât cea a matriței și a celorlalte scule care participă la deformare, este foarte important ca să confecționăm matrițe și scule într-un câmp de toleranțe foarte îngust. Îmbunătățirea preciziei de prelucrare depinde și de sistemul de control de care dispune producătorul de scule. Dezvoltarea recentă a sistemului de control NC și a “sitei EDM” au dus la îmbunătățirea calității și preciziei dimensionale a matrițelor și sculelor folosite pentru deformarea de precizie. Deși matrițele precise pentru forme complexe ca și pinionul elicoidal sunt încă dificil de confecționat, matrițele pentru multe produse cum ar fi arborii canelați și roțile dințate cilindrice cu dinți drepi și înclinați pot fi produse cu abateri de  $\pm 1 \mu\text{m}$ .

## 1.2. Deformarea elastică

Când se aplică forța de deformare presa și sculele sunt deformate elastic, iar această deformare cauzează abaterea de la dimensiune a piesei deformate. Vom calcula deformarea elastică a unui poanson și a unui container - matriță pentru refularea la rece în matriță închisă, arătate în figura 2a și 2b. Poansonul are 100 mm lungime și containerul are 30 mm diametrul interior și 90 mm diametrul exterior. Considerăm că ele sunt supuse unei presiuni de deformare de 1 GPa în direcții axială și radială. Sculele sunt din oțel cu modulul lui Young de 210 GPa. La acțiunea presiunii de deformare poansonul se deformează cu 480  $\mu\text{m}$  și diametrul interior al containerului se mărește cu 260  $\mu\text{m}$ . În faza finală de deformare, chiar înaintea opririi forței, produsul deformat are o lungime și un diametru mai mari decât cele pentru uneltele rigide datorită deformării elastice a sculelor. Semifabricatul supus deformării prin refulare, în faza finală a solicitării, se mărește în momentul încetării forței. Dacă semifabricatul este supus unei presiuni de 1 GPa, fiecare dimensiune se va mări cu 0,2%. Exemplu: 60  $\mu\text{m}$  pentru diametrul de 30 mm. Astfel diametrul produsului imediat după deformarea la rece va fi mai mare decât diametrul inițial interior al containerului cu 320  $\mu\text{m}$  pentru cazul prezentat. Curbarea elastică a preseii va cauza și ea o abatere dimensională relativ mare în direcția axială a produsului, abatere care se adaugă la cea a scurtării poansonului, măbind și mai mult înălțimea produsului refulat.

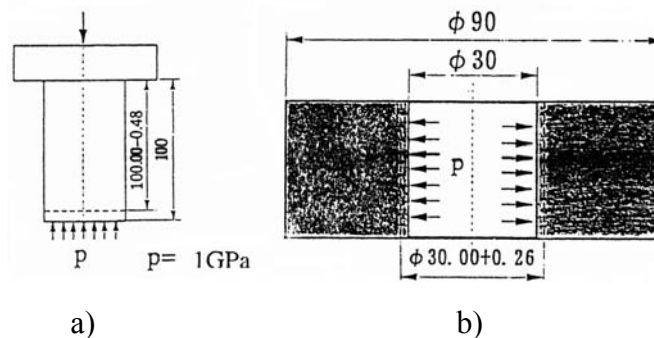


Figura 2. Deformarea elastică a poansonului și containerului.

## 1.3. Fluctuația condițiilor de lucru

Dacă presiunea de lucru maximă nu variază în timpul unei serii de producție, modificare formei inițiale a sculei va fi aceeași, rezultând produse fără abateri dimensionale de la unul la altul. În situațiile practice totuși presiunea de deformare nu este constantă, ea variază cu abaterea dimensională a semifabricatelor, caracteristicile plastice ale materialului și

condițiile de lubrifiere. Fluctuațiile presiunii de deformare vor aduce variații ale deformării elastice a materialului sculelor și presei și în concluzie, ale dimensiunilor produsului deformat. Dacă presiunea de deformare variază cu  $\pm 5\%$ , în cazul exemplului de mai sus, diametrul produsului va varia cu  $\pm 16 \mu\text{m}$ .

Pentru a scădea fluctuația presiunii de deformare este esențial să se reducă abaterile la dimensiunile semifabricatului, materialul să prezinte aceleași caracteristici mecanice și condițiile de lubrifiere să fie identice. Pentru ca produsele deformate să nu aibă abateri dimensionale și să prezinte aceleași proprietăți, producătorii de oțel trebuie să joace un rol important în deformarea de precizie, prin furnizarea de semifabricate cu diametre uniforme și cu aceleași caracteristici mecanice. Din același motiv lubrifiții ar trebui aleși nu numai din punct de vedere al coeficientului de frecare redus dar și din punct de vedere al constanței coeficientului de frecare pe tot timpul unei serii de produse.

Pentru un anumit grad de variație al presiunii de lucru dispersia curbării elastice este direct proporțională cu nivelul absolut al presiunii de deformare. Dacă presiunea de lucru este redusă la jumătate, fluctuațiile dimensiunilor produsului vor scădea la jumătate. Astfel sunt necesare eforturi intense pentru a dezvolta noi procedee de deformare, cu presiuni de deformare scăzute, pentru a putea realiza o deformare de precizie cu abateri de dimensiune mai mici de  $\pm 10 \mu\text{m}$ , pentru ca roțile dințate obținute direct prin deformare plastică, să poată fi utilizate.

#### **1.4. Defectele de suprafață ale semifabricatelor**

Deoarece particulele aflate pe suprafața semifabricatelor și în stratul imediat următor intră, după deformare, în componența danturii pinioanelor și roților dințate, este necesar ca semifabricatele de pornire să nu aibă defecte de suprafață. Suprafața acestora trebuie să fie fină, fără fisuri sau crăpături și să nu prezinte straturi de oxizi. Dacă semifabricatele nu îndeplinesc aceste condiții se vor lua măsuri pentru înlăturarea defectelor și oxizilor de pe suprafața lor. Și pentru acest fapt producătorii de oțeluri joacă un rol important în deformarea de precizie. Ei trebuie să furnizeze barele de oțel cu un strat de protecție anticoroziv.

### 1.5. Proiectarea (desing-ul)

Proiectarea conturului roților dințate, sau a pinioanelor obținute prin deformare plastică de precizie, are un rol foarte important în micșorarea abaterilor dimensionale a acestora deoarece contribuie la micșorarea presiunii de deformare. De aceea conturul roților dințate și pinioanele trebuie astfel conceput ca la deformarea printr-un anumit procedeu, presiunea de deformare să fie minimă. Nu se pot obține roți dințate sau pinioane cu un anumit contur decât numai printr-un anumit procedeu. Deci pentru fiecare roată dințată sau pinion, în funcție de conturul său, se va alege procedeul optim de deformare. Dacă pentru o anumită roată dințată sau pinion vrem să utilizăm un anumit procedeu de deformare atunci trebuie mai întâi să-i concepem un contur care poate fi obținut prin acel procedeu. Pentru aceasta, la anumite repere, în practică, trebuie schimbat atât conturul piesei respective cât și celelalte piese din subansamblul din care face parte.

## 2. Concluzii

Roțile dințate se pot produce astăzi și prin deformare plastică la rece sau semicald.

Pentru a putea produce roți dințate prin deformare plastică este necesar a elabora procedee de deformare prin care deformarea să se facă la presiuni de lucru cât mai mici posibil. Presiunea de deformare ridicată este cel mai mare impediment în producerea roților dințate prin deformare plastică.

Producătorii de oțeluri trebuie să furnizeze semifabricate cu o precizie dimensională foarte ridicată, cu caracteristicile de plasticitate foarte apropiate și fără defecte de suprafață. La debitarea barelor se recomandă a se folosi fierăstraiele mecanice pentru ca abaterile de la dimensiunile semifabricatului să fie cât mai mici.

Trebuie avută mare grijă la fabricarea sculelor, în special a matrițelor, la abaterile dimensionale ale acestora, deoarece abaterile sculelor sunt preluate de către roțile produse. Dacă se poate păstra presiunea de deformare constantă, pe tot parcursul unei serii de roți dințate sau pinioane, atunci abaterea dimensională pe care o introduce deformarea sculelor poate fi evitată prin fabricarea sculelor în așa fel încât după deformarea elastică, dată de presiunea de lucru,

acestea să aibă exact dimensiunile cerute ale roții dințate sau a pinionului.

Producătorii de roți dințate prin deformare plastică trebuie să ia toate măsurile pentru ca presiunea de deformare să nu varieze de la un produs la altul. Astfel și lubrifianții folosiți

trebuie să aibă același coeficient de frecare pe tot parcursul procesului de producție a unei serii de roți dințate.

Producerea de roți dințate și de pinioane prin deformare plastică de precizie este rentabilă la producția de serie mare și mijlocie datorită costului ridicat al sculelor. Considerăm că în viitorul apropiat fabricarea roților dințate și a pinioanelor, până la o anumită dimensiune, pentru serii mari și mijlocii, în special pentru reperi care nu necesită o precizie dimensională foarte ridicată, se va face prin deformare plastică.

## BIBLIOGRAFIE

1. ASCHELAND, D.R. **The Science and Engineering Materials**; Chapman & Hall, London, 1989.
2. AVITZUR, B. **Handbook of Metal-Forming Processes**; A. Wiley – Interscience Publication, New York, 1989.
3. BEREJNOI, L. ș.a. **Pressavanie s activnām desviem sil trenia**; Ed. Metallurgia, Moscova, 1988.
4. CANTA, T. ș.a. **Noi tehnologii pentru materiale avansate**; U. T. Press Cluj-Napoca, 1996.
5. DRĂGAN, I. **Tehnologia deformărilor plastice**; E. D. P. București, 1976.
6. KONDO, K. **Improvement of product accuracy in cold die forging**; Advanced Tehnology of Plasticity 1999. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Technology of Plasticity, Neuremberg, September 19 – 24, 1999, vol. II.
7. MUNTEAN, P. **Cercetări privind utilizarea forței de frecare ca forță activă în procesele de deformări plastice**. Teză de doctorat, Cluj – Napoca, 2001.
8. OSAKADA, K. **New methods of precision forging**; Advanced Tehnology of Plasticity 1999. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Technology of Plasticity, Neuremberg, September 19 - 24 1999, vol II.